Engenharia de Produção

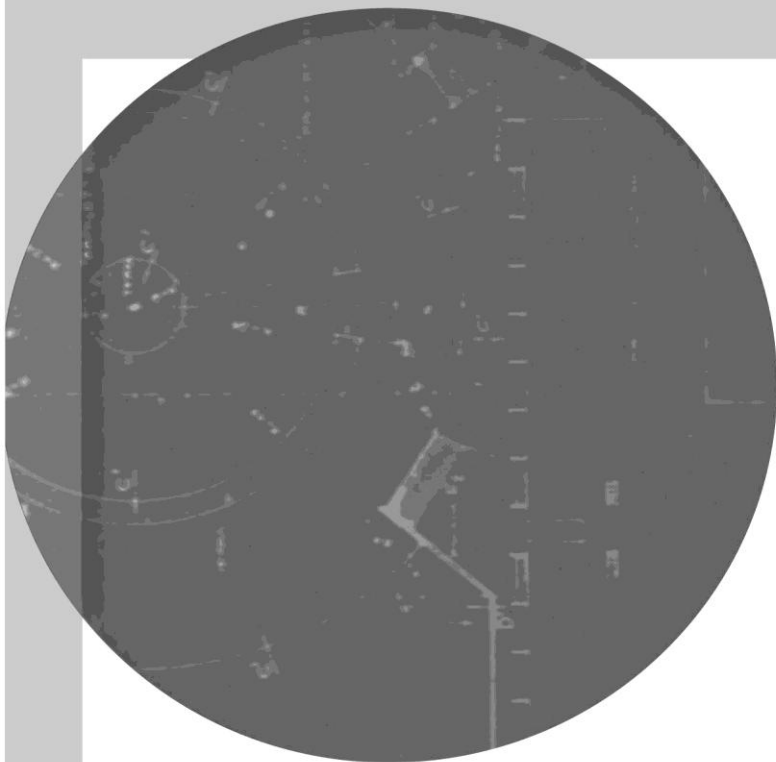
tópicos e aplicações

Autores:

Renata Melo e Silva de Oliveira (Org.)

André Clementino de Oliveira Santos
André Cristiano Silva Melo
Caio Gomes Bulhões
Clarissa Stefani Teixeira
Diego Rafael Moraes Milhomem
Diktherman Viana da Silva
Edson Pacheco Paladini
Edson Marcos Leal Soares Ramos
Eugenio Andrés Díaz Merino
Evander Dayan de Mattos Alencar
Fábio José Hipólito Ferreira
Raphael Araújo Barbosa
Renata Pinheiro de Azevedo
Vanessa Mayara Souza Pamplona
Verônica de Menezes Nascimento Nagata
Yvelyne Bianca Iunes Santos

Engenharia de Produção

Tópicos e Aplicações

Esta edição destina-se à doação para Instituições de Ensino Superior e Entidades Públicas.

Venda Proibida.

Organizadora:
Renata Melo e Silva de Oliveira

Autores (em ordem Alfabética):
André Clementino de Oliveira Santos, André Cristiano Silva Melo, Clarissa Stefani Teixeira, Caio Gomes Bulhões, Diego Rafael Moraes Milhomem, Diktherman Viana da Silva, Edson Marcos Leal Soares Ramos, Edson Pacheco Paladini, Eugenio Andrés Díaz Merino, Evander Dayan de Mattos Alencar, Fábio José Hipólito Ferreira, Raphael Araújo Barbosa, Renata Melo e Silva de Oliveira (org), Renata Pinheiro de Azevedo, Vanessa Mayara Souza Pamplona, Verônica de Menezes Nascimento Nagata, Yvelyne Bianca Iunes Santos.

Belém
Universidade do Estado do Pará – UEPA
Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Produção
2010

2ª Tiragem Financiada por: Universidade do Estado do Pará
Publicado Por: EDUEPA

Equipe de Produção

Organização: Renata Melo e Silva de Oliveira

Edição: Renata Melo e Silva de Oliveira

Roberto Cesar de Melo Amaral

Cíntia Blaskovsky

Projeto gráfico Original: Renata M. S. de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP), Biblioteca do Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, UEPA, Belém - PA.

O48e Oliveira, Renata Melo e Silva de

Engenharia de produção: tópicos e aplicações. / Renata Melo e Silva de Oliveira et al. -- Belém: EDUEPA, 2010. 248 p. : il.; 21 cm Volume 1.

Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia.

1. Engenharia de produção. 2. Sistemas produtivos. 3. Qualidade. 4. Logística. I. Título.

ISBN 978-85-88375-49-9 CDD 658.51

2ª tiragem (1.000 und)

Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia
Departamento de Ciências Sociais Aplicadas
Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Produção

Sumário

PARTE II – Aplicações em Engenharia de Produção

Introdução

Este livro é a segunda publicação elaborada pelo Núcleo de Pesquisas Aplicadas ao Desenvolvimento Regional da Universidade do Estado do Pará (NUPAD). O objetivo principal deste núcleo é atuar na comunidade acadêmica como um veículo de produção, pesquisa, assessoramento técnico-científico e publicações dos grupos de pesquisas relacionados com os eixos tecnológicos do desenvolvimento regional; facilitando a consolidação de um ambiente mais propício ao desenvolvimento de pesquisas - e difusão dos resultados gerados.

Desde sua criação, no ano de 2008, o NUPAD vem executando ações planejadas para o desenvolvimento de estudos e programas de formação profissional para docentes e pesquisadores de distintas áreas do conhecimento: Engenharia de Produção, Design, Tecnologia Agroindustrial, Gestão do Conhecimento e Meio Ambiente. Dentre as atividades do NUPAD, destaca-se o desenvolvimento de ações direcionadas à abertura de Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu nas áreas de Engenharia e Meio Ambiente na Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Em sincronia com os objetivos de organizar e publicar livros acadêmicos com relevância técnica e científica, fomentando a produção desses materiais principalmente por pesquisadores no Estado do Pará, a Coordenação do Curso de Especialização em Engenharia de Produção desenvolveu este livro.

O curso de pós-graduação em Engenharia de produção da UEPA, cuja primeira turma iniciou no ano de 2003, conquistou reconhecimento e respeito na comunidade acadêmica, pois sua fundação representou uma das primeiras iniciativas na Amazônia em prover à sociedade este tipo de qualificação, especificamente no nível Lato Sensu.

O curso que foi concebido visando a atender aos anseios da cadeia produtiva paraense ao formar profissionais atuantes no setor industrial ou no setor de serviços para o desempenho de funções de gerenciamento de processos.

A presente publicação representa o primeiro resultado de esforços coordenados dos docentes deste curso para a produção de materiais que contenham textos de referência na área de Engenharia de Produção e que possuam tópicos compostos por conteúdos complementares aos transmitidos em cursos de graduação e de especialização, tanto na UEPA como em outras IES.

Como todo esse trabalho transcendeu nossas fronteiras institucionais, contamos com contribuições de alguns docentes e pesquidores respeitados, da Universidade Federal do Pará (UFPA). Nossas fronteiras regionais na Amazônia também foram ultrapassadas e, com isso, esta obra contou com a colaboração de dois professores nacionalmente reconhecidos e que atuam em um dos centros brasileiros de referência em Engenharia de Produção: a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Para os professores que colaboraram com a elaboração deste trabalho este material significa a publicação de resultados de anos de trabalho dedicados à: i) orientação e execução de projetos de pesquisa, ii) orientação e desenvolvimento de monografias e, iii) desempenho de atividades técnicas sistematizadas. Também representa o estabelecimento de uma referência para guiar a seleção e atualização das ementas de disciplinas em cursos de pós-graduação dessa área.

Pelo leitor, este livro pode ser visto de maneira multidimensional, pois esta é uma obra capaz de complementar os estudos acadêmicos de graduandos e pós-graduandos na área, representando uma nova fonte de referências sobre técnicas e ferramentas direcionadas à solução de problemas não triviais freqüentemente identificados em sistemas de produção – de bens ou de serviços. Este segundo aspecto, portanto, relaciona-se aos diversos profissionais que buscam exemplos de práticas de sucesso

aplicáveis à gestão de variadas tipologias de processos organizacionais.

A estrutura deste volume está dividida em duas partes:

A Parte I – traz discussões avançadas de tópicos relacionados à Engenharia de Produção e Gestão Organizacional, os quais representam temas atualizados e relevantes à gestão de sistemas produtivos competitivos e eficientes.

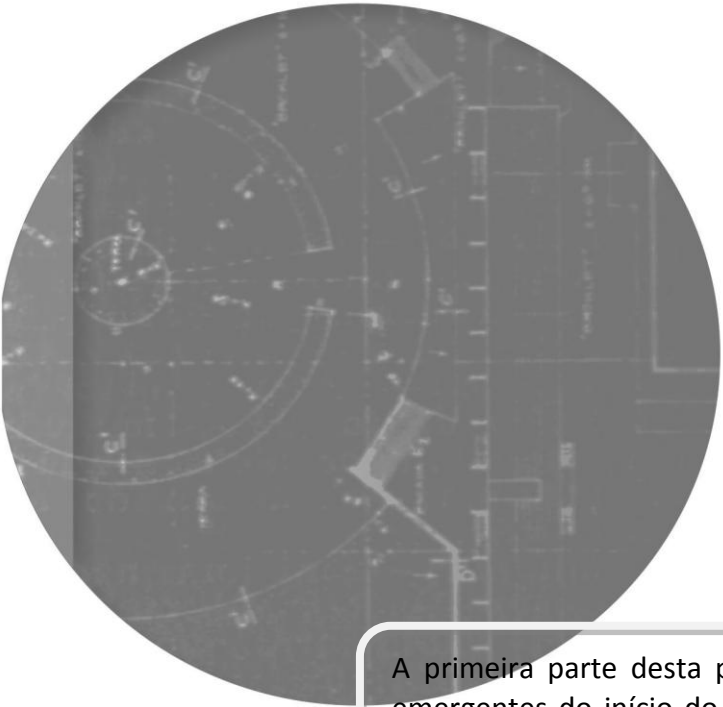
A Parte II – Apresenta aplicações de alguns dos tópicos previamente apresentados no início do livro através da execução de estudos de casos construídos nas Regiões Norte e Sul do País.

Portanto, de um modo geral, de um total de dez especializades definidas pela ABEPRO para essa Engenharia no ano de 2008; e considerando-se a realização de algumas adaptações conceituais, são contempladas seis áreas da Engenharia de Produção nesta publicação, conforme disposto a seguir:

- Pesquisa Operacional
- Gestão da Qualidade
- Engenharia Econômica
- Engenharia de Operações e Processos da Produção
- Engenharia do Trabalho
- Logística

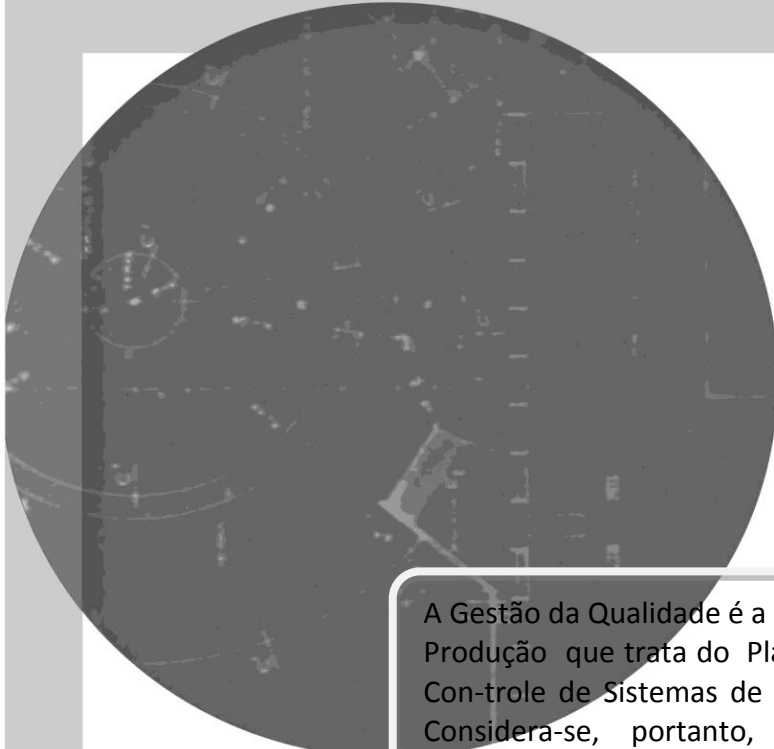
Os capítulos desse livro apresentam especificamente temas relacionados à Previsão de Demanda, Programação Matemática, Controle Estatístico de Processos, Gestão da Qualidade, Ergonomia, Gestão de Custos, Logística, dentre outros.

A coordenação do curso de especialização em Engenharia de Produção da UEPA e a coordenação do NUPAD agradecem aos autores pelo seu empenho, comprometimento e confiança nesta iniciativa pioneira na Região Norte.

É com alegria que este grupo apresenta uma contribuição para a comunidade acadêmica ao organizar o primeiro livro na área de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Pará. Por fim, apresentamos aos leitores o livro Engenharia de Produção – Tópicos e Aplicações, almejando a que esta publicação contribua para o enriquecimento do Universo da Engenharia de Produção e que auxilie a UEPA em seu trajeto da construção e difusão dos conhecimentos com relevância técnico-científica aos diversos públicos relacionados às Engenharias III.

Boa leitura!

Renata Melo e Silva de Oliveira

Organizadora

PARTE I

Tópicos de Engenharia de Produção

A primeira parte desta publicação traz dicussões emergentes do início do Século XXI que, além de se relacionarem ao exercício das responsabilidades de gestores da produção, também possuem relevância técnica e científica para diversos públicos.
São tratadas nessa parte do livro temáticas com discussões avançadas relacionadas à Gestão da Qualidade, Gestão de Custos, Engenharia do Trabalho e Logística.

Gestão da Qualidade

A Gestão da Qualidade é a área da Engenharia de Produção que trata do Planejamento, Projeto e Con-trole de Sistemas de Gestão da Qualidade. Considera-se, portanto, que as ações no contexto dessa área levam em conta temas como o gerenciamento por processos, a abordagem factual para a tomada de decisão e a utilização de ferramentas da qualidade, sejam elas de caráter qualitativo ou com abordagens avançadas de ferramentas estatísticas (que se inserem na Engenharia da Qualidade). Por fim: Nesta seção apresentam-se algumas consi-derações gerais sobre a Gestão da Qualidade, especialmente em tempos de crise.

OS REFLEXOS DOS MOMENTOS DE CRISES E DE TRANSFORMAÇÕES NA GESTÃO DA QUALIDADE

Sumário do Capítulo

OS REFLEXOS DOS MOMENTOS DE CRISES E DE TRANSFORMAÇÕES NA GESTÃO DA QUALIDADE

Edson Pacheco Paladini

Resumo

O presente texto pretende estruturar a relação entre Gestão da Qualidade e crises econômicas. Inicialmente, o texto analisa crises econômicas recentes e discute seu impacto na estruturação dos modelos gerenciais da Gestão da Qualidade. Ampliando a discussão, analisa-se como crises e transformações vêm consolidando as práticas gerenciais da qualidade. Para fundamentar as posições, é feita uma breve revisão histórica do conceito da qualidade e dos procedimentos adotados ao longo do tempo para produzi-la, gerenciá-la ou avaliá-la. Desta discussão deriva a constatação de que as crises e as transformações foram situações comuns no desenvolvimento do esforço pela qualidade, até porque ela sempre se adaptou ao momento que as organizações vivem e ao contexto em que estão inseridas. Conclusivamente, o texto mostra que a evolução da gestão da qualidade em períodos de crise costuma evoluir de um processo meramente operacional para um momento típico de Gestão Estratégica, na qual a inovação desempenha notável papel.

Palavras-chave: Crises e transformações, evolução de conceitos e práticas, Gestão Estratégica da Qualidade.

1. Introdução

Há quem sustente que a qualidade sempre se torna a parte prejudicada dos processos produtivos e do modelo gerencial das organizações em épocas de crises e de mudanças mais drásticas. Uma análise histórica simples, no entanto, evidencia duas coisas: (1) a busca pela qualidade é um esforço antigo e independe das crises; mas, ao mesmo tempo, (2) foi nos períodos de turbulência que o esforço pela qualidade rendeu os melhores frutos. Confrontos comerciais, restrições ao acesso a certos mercados, acirramento contínuo da concorrência, mudanças de referenciais culturais, transformação de valores foram (e são) algumas das muitas razões para o advento de crises. E a Gestão da Qualidade sempre soube tirar partido de todas elas.

Uma observação mais atenta das origens das crises e do contexto que elas criam, ou no qual elas se desenvolvem, consolida esta posição.

2. As crises e a qualidade

A crise econômica que castigou praticamente todo o planeta a partir de setembro de 2008 foi, lentamente, dando sinais de arrefecimento, ao mesmo tempo em que entrava para as páginas da história social e política recente de vários países. Em alguns deles, já no final de 2009 parecia coisa do passado. Mas a crise não sumiu da memória, até porque deixou seqüelas e decorrências bem caracterizadas.

Talvez os mais importantes reflexos da crise mundial que marcou a primeira década do novo século situem-se na área didática. De fato, muitas lições importantes deste período atribulado foram (duramente, de forma muito sofrida) aprendidas.

O primeiro fato a destacar é assustador: a crise não foi prevista, de forma concreta, por ninguém. Fica no ar a idéia que ela pode voltar – também sem avisos formais, antecipações efetivas, claros sinais ou meros indícios. E daí decorre o primeiro

ensinamento deste período de convulsões: se a crise parece não assustar mais, isto não significa dizer que os cuidados com o processo gerencial das organizações podem ser relaxados. Muito pelo contrário: a crise deixou marcas importantes para pessoas e instituições, que não serão esquecidas facilmente.

A crise criou, assim, um momento novo, talvez mais fortemente identificado por rápida e intensa mudança de referenciais, tanto externos como internos às organizações. Olhando para fora, observa-se que o mercado assume posturas ora conservadoras, ora arrojadas, ora indiferentes – mas sempre cautelosas; o consumidor amplia seu nível de exigência e cria novas expectativas; os concorrentes passam a assumir comportamentos cada vez mais agressivos; os fornecedores ampliam seu poder de barganha; o ambiente todo parece alterar-se freneticamente. No contexto interno, tudo é alvo de dúvidas e questionamentos; mesmo aquelas práticas já cristalizadas pelo crivo do tempo e pelo uso contínuo são fontes de ceticismo e descrença. Nada mais é estável ou pacificamente aceito. Posturas consagradas, ações usuais, valores (que pareciam imutáveis), procedimentos padronizados, antigas políticas, convicções até então sólidas, estratégias que se mostraram vencedoras – enfim tudo é minuciosamente examinado, severamente argüido, fortemente contestado; há situações mesmo de perda de confiança ou de crédito. Parece que o time começou a perder e, ao mesmo tempo ou por causa de, o mundo está desmoronando.

O clima de tensão atingiu todas as áreas da organização e foi particularmente sentido na área de Gestão da Qualidade. Por variadas razões – mas a principal delas é que esta é a área da organização mais sensível às oscilações do cenário externo, sobretudo dos mercados nos quais a organização atua. De fato, a qualidade é, antes de tudo, um conceito que define o relacionamento de uma organização com o ambiente externo, mais particularmente, com o conjunto de consumidores e clientes. E é também a área em que mais se observam os impactos das ações da

concorrência. Por isso, a Gestão da Qualidade é o processo mais sujeito a efeitos, sintomas e sinais de crises.

Por que as crises guardam relação tão estreita com a Gestão da Qualidade? Isto é fácil de entender. Basta definir "crise" de forma adequada.

3. O viés conceitual das crises e seus reflexos práticos

Crises são situações anormais, de intensas repercussões, com fortes decorrências e impactos muito acentuados. No limite, conduzem a conflitos, convulsões de toda ordem e até podem determinar o colapso de uma instituição, seja um país, uma empresa ou um grupo de pessoas. Há variadas dimensões de uma crise – políticas, institucionais, morais, sociais; de maior ou menor alcance, mais ou menos duradouras, que envolvem maior ou menor número de pessoas, etc.

O viés da crise que mais interessa à qualidade é o viés econômico. Isto porque esta componente afeta uma relação essencial à definição da qualidade: a relação entre oferta e demanda. Desta relação decorre a concorrência, única mãe que a qualidade dispõe.

Os reflexos do equilíbrio (ou da falta dele) entre a oferta e a demanda repercutem com intensidade na organização, em termos das operações produtivas, da estrutura gerencial (processos decisórios) e das estratégias de atuação da organização, ou seja, afetam os modelos de Gestão Operacional, de Gestão Tática e de Gestão Estratégica.

Para ficar em apenas um exemplo, basta observar a o ciclo "crise ➔ custos ➔ preços ➔ crise ➔ custos ➔·...".

Dito de outro modo, o que se busca neste momento tempestuoso é redimensionar desempenhos e entender sempre melhor o mercado, para definir níveis de consumo. Desempenho

significa processo; consumo expressa mercado. E da interação entre ambos nasce a qualidade.

Feita a caracterização conceitual da crise (viés preferencial), busca-se identificar situações práticas que a identifiquem. Neste contexto, surge a observação empírica de que crises são momentos de intensa aprendizagem. Particularmente para a Gestão da Qualidade, cuja ação primordial é garantir o perfeito ajuste dos produtos ao consumidor a que eles se destinam. Entender necessidades, prioridades, expectativas, desejos, preferências, gostos deste consumidor é uma ação essencialmente estratégica da qualidade e, mais em geral, da organização como um todo.

Compreender como o mercado opera em situações de excepcionalidade é um elemento crítico do processo de aprendizagem, mas não é o único. Afinal, muitos referenciais estão mudando e entendê-los também é essencial. Eles podem redirecionar práticas gerenciais, criar novos valores, estabelecer novas culturas, estruturar novos modelos de governança corporativa. Na área de Gestão da Qualidade, crises e transformações são tempos propícios para o surgimento de novos conceitos, novas ferramentas e novas estratégias de concepção, produção e avaliação da qualidade. Alguns deles duram pouco; outros permanecem válidos por determinados períodos. E ainda há os que atravessam séculos – como se verá a seguir...

Ao lado do aparato conceitual e das decorrências práticas, um terceiro aspecto que deve ser considerado em relação às crises é que elas são mais comuns, freqüentes e recorrentes do que se pensa. De fato, crises são ocasiões de mudanças, que se consolidam de variadas maneiras, sejam elas em termos de limites geográficos, posições situacionais, validade de conceitos, configuração de poder, alterações culturais. Nos momentos mais atuais, estas transformações parecem mais críticas porque ocorrem de forma mais intensa e em intervalos de tempo menores.

No fundo, todas estas alterações são bastante comuns na história da humanidade, caracterizada, no mais das vezes, pela sua extrema dinamicidade.

4. O dinamismo das transformações e a Gestão da Qualidade

A transformação contínua sempre foi a marca mais evidente na trajetória do homem sobre a Terra. Até porque a própria natureza é um processo de contínua mudança. Como dizia o filósofo pré-socrático, Heráclito de Éfeso (540 a.C – 470 a.C – ver informações adicionais em PADOVANI e CASTAGNOLA, 1974), considerado o pai da Dialética, “a única coisa permanente no universo é a mudança".

Para as organizações, acompanhar a mudança de referenciais é uma ação estratégica, até porque desta alteração depende a sobrevivência delas próprias. Isto implica redefinir, redimensionar e aplicar novos conceitos, noções e idéias. Observa-se que é assim em qualquer campo de atuação das pessoas e organizações. Então, por que isto não ocorreria com a Engenharia da Produção? E, em particular, com a Gestão da Qualidade? Afinal ambas estão geneticamente ligadas à arte de tomar decisões. E decisões são escolhas feitas em função de variáveis que se alteram continuamente, ou seja, transformam-se. O que muda em épocas de crises são os graus que avaliam as mutações – como o intervalo de tempo em que elas ocorrem e a intensidade que as caracterizam.

A simples observação prática da realidade mostra que, ao longo do tempo, como que acompanhando a lógica natural das coisas, vêm se alterando bastante os conceitos que definem qualidade. Por conseqüência, a maneira de entendê–la; de criar programas para viabilizá–la; e de como avaliá–la... E, como não poderia deixar de ser, vão se modificando elementos como o contexto, o escopo e a natureza de cursos, treinamentos e disciplinas que tratam da produção da qualidade, em seus mais variados aspectos.

Este é o caso, só para citar um exemplo, das disciplinas curriculares (graduação e pós-graduação) que tratam da qualidade.

Criadas anos atrás como um viés operacional (por exemplo: Gestão da Qualidade no Processo), as disciplinas e os cursos de Gestão da Qualidade evoluíram para uma visão tática (por exemplo: Envolvimento dos Recursos Humanos no Esforço pela Qualidade) e hoje se orientam por uma visão muito mais abrangente (e, portanto, complexa): configurar a qualidade como elemento básico da liderança estratégica das organizações. Assim nasceu a Gestão Estratégica da Qualidade.

Além das alterações conceituais da qualidade (e dos reflexos delas decorrentes), uma constatação mais ampla pode ser feita: A Gestão da Qualidade nasceu e se criou em épocas de crise. E se consolidou em épocas de crise. E se expandiu em épocas de crise.

Isto pode ser confirmado por um fato simples: a maior das crises que sacode uma organização é a presença de forças concorrentes. Ambientes competitivos são, por excelência, fontes de crise permanente.

Neste sentido, costuma-se afirmar com muita ênfase: a concorrência não é a principal origem ou a principal motivadora ou a principal razão para a produção da qualidade – é a única. Nos três casos.

A Gestão da Qualidade, assim, cresceu à luz das crises, ganhou força e expressão à luz de transformações, solidificou-se em ambientes de significativas alterações.

Algumas referências bibliográficas clássicas na área de Gestão da Qualidade confirmam e, até mais que isso, ressaltam esta constatação. Pode-se citar, por exemplo, Jerry Banks (2004), autor americano, por muitos anos professor da School of Industrial and Systems Engineering do Georgia Institute of Technology (Atlanta), que costuma discutir o histórico da qualidade ao longo dos séculos com uma abordagem bem interessante. Já Tenner e DeToro (1992) mostram que há variadas maneiras na forma de entender qualidade em função das contínuas mudanças que o conceito vem sofrendo. Outro autor clássico na área, Deming (1990), avalia transformações

nos processos produtivos sob a motivação da qualidade. Outros textos analisam a qualidade à luz de crises mais recentes, como Ishikawa (2009) ou Feigenbaum (2008), o primeiro mais em termos de transformações externas às organizações e o segundo com maior foco na atividade produtiva em si.

A qualidade, assim, sempre esteve ligada a crises e transformações. Foi assim no passado. É assim no presente. É só olhar a história da qualidade...

5. Visão histórica da qualidade e as lições que ficaram

Um dos primeiros conceitos da qualidade na antiguidade pode ser visto no Código de Hamurabi (2150 a.c), considerado o primeiro sistema jurídico da humanidade, com suas 282 cláusulas (Lima, 1983).

No capítulo XIII do código, relacionado aos médicos e veterinários; arquitetos e bateleiros (salários, honorários e responsabilidade), lêem–se as seguintes normas:

229º - Se um arquiteto constrói para alguém e não o faz solidamente e a casa que ele construiu cai e fere de morte o proprietário, esse arquiteto deverá ser morto.

230º - Se fere de morte o filho do proprietário, deverá ser morto o filho do arquiteto.

231º - Se mata um escravo do proprietário, ele deverá dar ao proprietário da casa escravo por escravo.

232º - Se destrói bens, deverá indenizar tudo que destruiu e porque não executou solidamente a casa por ele construída, assim que essa é abatida, ele deverá refazer à sua custa a casa abatida.

233º - Se um arquiteto constrói para alguém uma casa e não a leva ao fim, se as paredes são viciosas, o arquiteto deverá à sua custa consolidar as paredes.

Esta visão histórica da qualidade a associa com uma relação entre causa e efeito: a punição à geração de defeitos. Ainda que vista sob um viés negativo (ocorrência de defeitos), já se observa que a preocupação com a qualidade é antiga.

Outro exemplo de conceitos antigos da qualidade vem dos fenícios. A civilização fenícia tinha um plano econômico centralizado no comércio marítimo. Entre os séculos X e I A.C., os fenícios fincaram postos comerciais ao longo de todo o Mediterrâneo, chegando às águas do Atlântico que banhavam a península Ibérica e o norte da África.

Uma de suas leis mais conhecidas afirmava que os soldados fenícios deveriam amputar a mão do fabricante de produtos defeituosos. Naquela época, produtos defeituosos eram aqueles que não estavam de acordo com as especificações governamentais.

Tem–se, aí, uma noção rudimentar de normalização. Mas, mais do que isso, um conceito consolidado de qualidade: o interesse do consumidor. De fato, por “produto defeituoso” poderia entender–se um barco com problemas (que poderia determinar atrasos na entrega das mercadorias) ou uma espada que se quebra no momento do combate (que pode custar a vida de um soldado). Os fenícios eram comerciantes e guerreiros. Os defeitos, assim, prejudicavam suas atividades básicas.

Há quem diga que o conceito de “qualidade”, do latim *qualitas*, aparece pela primeira vez por meio do filósofo Aristóteles (384-322 AC), na sua obra "Estudo das Formas Geométricas". Seu significado: propriedade que caracteriza uma coisa e a diferencia das outras.

Uma pergunta que fica é por que este conceito foi aparecer nesta obra: *Estudo das formas geométricas.* Uma possível razão: as formas geométricas sempre foram associadas à noção transcendental de perfeição. Quando se define, por exemplo, o círculo como o local onde todos os pontos (observe-se bem: todos) guardam a mesma distância em relação ao centro, tem–se um

modelo perfeito. A qualidade, assim, intrinsecamente, sempre esteve associada à noção de perfeição.

Na era dos artesãos, a qualidade de um produto constituía quase que uma marca de fábrica: eram as "Espadas de Toledo", os "Violinos Stradivarius" e outros produtos afamados da antiguidade, identificados por seu local de fabricação. A própria origem definia uma marca (cavalos árabes), assim como os locais ficaram famosos por seus atrativos (Jardins Suspensos da Babilônia).

Produtos de marcas consagradas representavam, pela sua designação, garantia de qualidade do próprio produto. Tratava-se de produtos desenvolvidos por artesãos e eles executavam todas as fases da fabricação, até o produto acabado. Este representava um padrão de qualidade ou, em alguns casos, uma obra-prima que orgulhava a quem o havia fabricado ou produzido. Interessante observar que a preocupação (obsessão, em alguns casos) com a marca persiste até hoje.

Outra constatação interessante: O conceito de artesão nunca mudou. Ainda hoje, artesão é o que desenvolve uma atividade muito pessoal, sob seu inteiro controle. Em termos de Gestão Estratégica da Qualidade, o artesão caracteriza–se por seu diferencial; este diferencial torna–se crítico à medida que personaliza tanto sua obra, em si, quanto a quem ela se dirige – o que hoje chamamos de customização. Como se vê, a diferenciação, a customização, enfim, o modelo estratégico da qualidade, é mais antigo do que se pensa.

Outro momento importante da história da qualidade ocorre no período da Revolução Industrial.

A revolução industrial (período de mudanças tecnológicas com efetivo impacto social que começou na Inglaterra, no século XVIII e expandiu-se mundo afora no século seguinte) investiu na produção em massa de bens manufaturados. Isto mexeu muito com a cabeça dos artesãos. Eles estavam acostumados a ter os bens construídos sob medida para cada pessoa. A produção em larga escala, assim, representou uma ruptura no padrão de operação dos artesãos.

No Século XIX, as fábricas criaram linhas de montagem, de forma a dividir operações complexas em modelos mais simples de processamento. Aqui, a qualidade era vista como responsabilidade exclusiva do departamento de fabricação. Muitos elementos dos sistemas de produção eram mais importantes do que a qualidade em si (prazos, por exemplo).

A consolidação da Revolução Industrial criou paradoxos interessantes. O artesão foi assumindo tarefas específicas do processo produtivo e foi se afastando do produto final. Foi perdendo a visão do produto acabado. Isto prejudicou a qualidade – porque o artesão não via o efeito de seu trabalho no produto acabado; aliás, ele nem via o produto acabado. A impressão é que, feito por muitas mãos, o produto perdia sua personalidade própria, esfacelando–se a associação entre o produto e aqueles que o construíram.

Foi se perdendo, também, o componente "pessoal" do produto, já que atitudes que envolviam zelo, cuidado, habilidade, atenção, toques personalizados iam se dissolvendo no processo produtivo.

Começam os problemas com qualidade. Inicia-se, então, um processo gerencial rudimentar, que envolvia a fixação de exigências, como as especificações mínimas dos materiais a empregar, a avaliação de matérias-primas; o uso de padrões para medir peças; o acompanhamento das etapas de produção; os testes em partes do produto e do produto acabado, etc.

Quanto mais aumentavam os níveis de produção, tanto mais aumentavam os problemas com qualidade.

Novas transformações marcaram a qualidade na primeira metade do século XX.

De fato, no início do século passado, entendeu–se que a qualidade dependia de inspeções e de controles nos produtos. Assim, qualidade significava muitos inspetores, muitos controles, muitos testes no produto.

Na década que começa em 1920, inicia–se o esforço da qualidade no processo, quando se percebeu que quem gerava a

qualidade não eram os controles e nem os controladores, mas o correto desenvolvimento do processo produtivo. Aparece aqui a figura genial de Walter Shewhart, que, com seus gráficos de controle, consolida os modelos até hoje conhecidos como CEP – Controle Estatístico de Processos.

A idéia era simples do CEP era é simples: quem controla as causas, controla os efeitos. O contrário é falso. Assim, é bobagem controlar os produtos (decorrências, sintomas, conseqüências); o essencial é controlar o processo (origem, gênese, razões).

A Segunda Guerra Mundial acelerou muito o desenvolvimento da qualidade. De fato, a indústria bélica precisava de produtos que não apresentassem qualquer falha (no fundo, pelas mesmas razões dos fenícios) E em grande quantidade (pela urgência de os exércitos, sobretudo os americanos, intervirem no teatro de operações). Vieram as técnicas avançadas de inspeção; os métodos estatísticos sofisticados; os planos de amostragem mais elaborados; a estatística descritiva e a inferência estatística.

Concluída a guerra, o conhecimento gerado durante seu desenvolvimento foi repassado para as organizações produtivas, logo nos anos seguintes. E criou–se um processo de evolução da qualidade sob o impacto do desenvolvimento tecnológico. Nasce, aqui, a Garantia da Qualidade, cuja gênese, como se percebe, está na crise tremenda que a Segunda Guerra Mundial cuidou de criar e propagar.

A qualidade na segunda metade do século XX vai trazer para o cenário mundial a figura do Japão. Justo o Japão – país duramente castigado pela guerra. Inclusive pela derrota e pelas bombas atômicas em seu quintal.

Poucos países passaram em sua história por uma crise tão crítica e tão crucial quanto o Japão, sobretudo a partir do fim da Segunda Guerra Mundial. E foi justamente lá que, na década de 50, começa o a revolução da qualidade, impulsionada, sobretudo, pela identidade cultural do povo e pela necessidade de vencer as adversidades da guerra.

Dois ilustres homens de qualidade, e da qualidade, muito contribuíram para tanto: Joseph Juran e W. Ewards Deming. Um

enfatiza o processo de gestão; o outro se volta para o processo produtivo. Começam a surgir as ferramentas da qualidade, como a contribuição de Ishikawa e seu digrama causa–efeito.

Nos Estados Unidos, já na década de 60, Philip B. Crosby cria o conceito de "zero defeito" (eliminação completa de erros, desperdícios, falhas, desvios...). Muitos consideram que se trata de um programa de motivação... Mas ele vai bem além disto. Aqui, custos elevados de produção estavam na raiz de uma crise que teimava em rondar as organizações industriais americanas.

No Japão, nesta mesma época, concluiu–se que a consolidação da qualidade exigia que ela fosse ampliada para todas as áreas da empresa, incluindo marketing, vendas e administração. Criam–se instrumentos gerenciais como os Círculos de Controle da Qualidade. O impacto tecnológico no processo surge sob a forma de inovações, como aquelas introduzidas pela Toyota, indústria automobilística japonesa.

Este viés técnico se junta aos mecanismos de gestão participativa: Na própria Toyota nasce a participação dos empregados nos lucros, a atribuição de maiores responsabilidades a operadores e a delegação do poder de decisão aos operários, sempre associado ao estímulo ao trabalho em equipe.

Os anos 70 trouxeram a era das normas, formalização da Gestão da Qualidade no Processo. A partir da norma inglesa British Standard 5750, vieram as normas da família ISO 9000. A ISO (International Organization for Standardization) foi fundada em 1947, em Genebra, Suíça. Entretanto, só no começo dos anos 80 é que foi criado o Comitê TC-176, responsável exclusivamente por Qualidade... Segue–se a série ISO 9000:1994, a versão 2000, e por aí vai...

Também a ISO 9000 decorreu de um processo de crise. A industrialização gerou volumes de produção incompatíveis com métodos quase artesanais de inspeção e de controle. A formalização da ISO visava, na origem, eliminar este entrave, garantindo plenas condições de operação ao processo. Mais tarde, a ISO vai gerar outra crise, por transformar-se em instrumento de protecionismo

de produtores locais, criando entraves ao livre comércio mundial. Esta crise, ainda que em menor escala, ainda persiste.

6. A transição para os nossos dias

Os últimos 20 anos do século XX consolidaram sucessivas revisões de normas que solidificaram os sistemas da qualidade nas organizações. Também marcaram o desenvolvimento de novas ferramentas da qualidade e de estratégias mais amplas, como foi o caso do Modelo Seis Sigma.

É possível, contudo, que o movimento que mais bem caracteriza a transição do século XX para o século XXI, em termos de Gestão da Qualidade, seja o forte viés social que a qualidade assumiu (Paladini, 2009). Defeitos passaram a ser vistos como danos que transcendem o ambiente de processo; a preocupação com os recursos humanos das organizações ultrapassa os processos de formação e qualificação, investindo-se hoje muito em qualidade de vida – no trabalho e fora dele; o componente ambiental passou de opção para obrigação; o comprometimento social de pessoas e organizações, sobretudo em termos de ações concretas, hoje é atividade obrigatória de qualquer agenda. De forma, geral, esta transição mudou as relações da organização com a sociedade – em um primeiro momento, ampliando a noção de mercado e, a seguir, redirecionando esforços para um atendimento de mais amplo espectro de necessidades, desejos, expectativas, anseios, preferências e gostos de consumidores e da própria sociedade como um todo.

É evidente que esta transformação da Gestão da Qualidade está harmonizada com os novos valores que a sociedade como um todo vem assumindo. Hoje qualidade de vida, ações positivas em contextos que visam a maiores participações igualitárias, à preservação ambiental e ao comprometimento com causas afirmativas de inclusão social, são muito bem vistas, aceitas e desejadas pelas pessoas comuns. Seria de se esperar, assim, que a importância conferida a estas ações migrasse também para o âmbito do consumo. Assim, os consumidores rejeitam produtos que agridem o meio ambiente (ou, pelo menos, parecem nocivos a ele),

optam sempre mais por produtos tidos como saudáveis, vêem com inequívoco agrado organizações que praticam ações sociais relevantes e por aí vai. No fundo, a Gestão da Qualidade apenas incorporou valores hoje consagrados (observe-se que esta postura não existia em passado recente).

Este processo histórico se desenvolveu em nível global, mas foi também observado no Brasil. Aqui, entretanto, as "crises" chegaram com certo atraso e envolveram fatores locais.

7.A realidade histórica brasileira em termos da Gestão da Qualidade

Não há dúvida que o primeiro impulso ao desenvolvimento da Gestão da Qualidade no Brasil nasceu com o esforço das exportações. Talvez a maior parte do que conhecemos hoje sobre qualidade decorre do período em que as organizações brasileiras começaram a se firmar como agentes exportadores. Exportar significa vencer a crise da concorrência – só que na casa deles... Para que nossos produtos ganhassem mercados longe dos centros produtores, foi preciso coragem, determinação e muita competência. Afinal, empresas exportadoras atuam em ambientes diferentes daqueles em que nasceram e se criaram; enfrentam valores (culturas) diversos; hábitos diferentes; gostos muito distintos. Além, é claro, da intensa concorrência das indústrias locais e de usuais práticas protecionistas, que sempre incluem restrições governamentais ao livre comércio. Como se sabe muito bem hoje, enfrentamos e vencemos a crise da concorrência que o processo de exportação sempre impõe.

No front interno, as organizações brasileiras entraram a última década do século passado com a pressão da abertura de mercados, ou seja, da considerável ampliação do processo de competição, no qual novos e agressivos concorrentes externos vieram fazer frente aos produtos nacionais. O mais importante a observar neste processo é que isto não existia. Como sempre costuma afirmar Joelmir Betting, "a indústria brasileira nasceu sob a sombra da reserva de mercado e a água fresca do protecionismo

governamental". Mas, acrescente-se, depois aprendeu a se virar sozinha... E, inclusive, foi brigar contra a sombra e a água fresca dos outros...

O componente mais visível do acirramento da concorrência foi a prioridade à qualidade. Isto porque a qualidade costuma ser um elemento consistente para gerar diferencial competitivo, coisa que preço nem sempre garante. Baixar preço qualquer um faz; assegurar qualidade é outra conversa.

A globalização da economia foi a generalização natural que o processo de aberturas comerciais gerou. A globalização não chegou a ser uma opção, mas, antes, foi uma imposição de uma nova realidade, de contornos nitidamente estratégicos. A globalização trouxe oportunidades (acesso a novos mercados consumidores). Mas trouxe também ameaças (novos competidores instalados na rua em frente). Aprender a viver neste novo cenário foi um desafio à altura de uma crise poucas vezes vista. A única diferença, em relação ao passado recente, é que foi uma crise perfeitamente previsível.

Outros fatores locais também foram cruciais para a consolidação da nossa história da qualidade. À queda do poder aquisitivo dos brasileiros na primeira metade dos anos 80 seguiu-se uma explosão de consumo no plano cruzado (1986-87). Logo em seguida, uma nova (e violentíssima) retração de demanda com o congelamento de ativos da população no início dos anos 90. Na metade da década, veio a estabilização econômica (e o país livre da inflação). Note-se que são períodos em que o equilíbrio entre oferta e demanda sofre abalos intensos – em pequenos intervalos de tempo. Adaptar-se a estas oscilações é um desafio e tanto. Afinal, pode-se dizer que nossa história foi uma crise atrás da outra – pelos menos até o início do Plano Real. Como se percebe hoje, o cenário econômico estabilizado nos dá certo conforto interno – mas, é claro, não nos livra da influência dos solavancos externos.

Por seu turno, o consumidor brasileiro passou a tornar-se mais exigente, o que também determina nova relação com as organizações produtoras em termos de qualidade. Isto decorre de algumas crises – como a queda do poder aquisitivo (para pessoas

com pouco dinheiro, toda compra é um investimento...). Além disso, e talvez até com maior impacto, o consumidor brasileiro passou a ser um consumidor muito mais bem informado. De fato, a facilidade de acesso à informação (rádio, TV, internet, meios impressos, mensagens eletrônicas,...) ampliou possibilidades de compras, gerou novas opções de consumo, criou alternativas até então inexistentes. E, sobretudo, consolidou um consumidor mais consciente, atualizado, ciente de suas possibilidades. O conhecimento ampliou seus horizontes. E isto gerou mais concorrência, claro.

Todo este histórico deságua em um procedimento que acabou por se tornar padrão (não só por aqui): qualidade significa diferenciar-se em relação aos concorrentes. De fato, qualidade hoje tem o significado prático de um processo de diferenciação. Mas diferenciar-se em itens que o mercado requer hoje, ou seja, ampliar possibilidades no âmbito do consumo atual. E, ao mesmo tempo, lidar com expectativas, ou seja, trabalhar com cenários futuros. Esta dupla característica da Gestão da Qualidade – ampliar as características dos produtos e investir em melhorias futuras – criaram as bases da Gestão Estratégica da Qualidade, hoje o modelo de Gestão da Qualidade mais aceito. Detalhes deste modelo podem ser visto em Paladini, 2009b.

A Gestão Estratégica da Qualidade talvez seja o único modelo que tem chance de criar posições consolidadas em momentos de crises e transformações. Pelo que se viu, este momentos são, na verdade, períodos praticamente contínuos.

8. Um processo contínuo de transformações – a busca pela inovação.

Uma fruta não costuma cair longe do pé. Este talvez seja um dos poucos provérbios populares que a Gestão da Qualidade considera adequado.

A árvore da qualidade foi construída pela sua história, que, por sua vez, sempre se moldou pela história de pessoas e organizações que, se sobreviveram até aqui, souberam, por sua vez,

se moldar aos cenários externos em que atuam. Por isso, ainda hoje se considera e se dá tanta ênfase ao conceito de qualidade enquanto adequação ao uso, formulado por Juran na metade do século passado (Juran, 2001). Ou seja: a qualidade é, na verdade, um conceito relativo. Não há como definir qualidade em termos absolutos pela própria forma como se estrutura a qualidade, em um ambiente de "relações": relação entre organizações e mercado; relação entre organizações e sociedade; relação entre processos e produtos; relação entre projeto, processo, produto e consumidor final.

De modo geral, a relação que conta para a qualidade hoje é a da organização com a sociedade, ampliação natural do conceito de mercado. Esta sociedade está em contínua transformação. Com maiores ou menores intervalos de tempo, mudam valores, gostos, desejos, expectativas, preferências, necessidades, anseios. Mudam também as condições de contorno do processo (poder aquisitivo, modismos, alterações legais, possibilidade de saturação ou esgotamento de certos modelos ou práticas). Todas essas questões influenciam fortemente em fatores usuais de compra – dois dos quais nunca mudam: qualidade e preço.

Vários autores enfatizam a relação da organização com o cenário em que ela atua, em termos, por exemplo, da qualidade e o produto em si (GORDON, 2008); da necessidade que o produto atenda efetivamente ao que dele se espera e não fique apenas na "conversa" (ADRIAN, 2009); da urgência em se criar um processo de comparação entre as características de um dado produto e o desempenho dos concorrentes (DAS; MUKHERJEE, 2008); da busca pelo desempenho em nível de excelência (EVANS; LINDSAY, 2008) ou da própria cultura organizacional (LURIA, 2008).

Adaptar-se a cenários externos é um processo de transformação permanente. Este processo tem mostrado que a inovação é um caminho natural para enfrentar cenários dinâmicos. Esta constatação está embasada tanto nas observações práticas mencionadas quanto em outro fato que também revela uma alteração significativa no perfil do consumidor brasileiro: de um comportamento conservador em outros tempos, hoje o consumidor

brasileiro é essencialmente inovador, ávido por coisas novas, propostas originais, produtos inéditos, serviços nunca antes disponibilizados.

Daí se entende porque a Gestão da Qualidade migrou para tantas áreas. Hoje, por exemplo, os níveis de esforços na produção da qualidade em organizações produtoras de serviços estão no mesmo nível do empenho das empresas industriais (ver, por exemplo, HERNON E WHITMAN, 2009 ou OIN E PRYBUTOK, 2008).

A determinação de manter e, sobretudo, ampliar exportações continua, mas foi expandido para incluir a conquista de um mercado interno cada vez mais concorrido, exigente e agressivo. Simultaneamente, a mesma prioridade conferida à qualidade pelas organizações passou a ser praticada pelas pessoas, que adotam comportamentos estratégicos como único meio para manter níveis aceitáveis de sucesso profissional. O que se observa é que a concorrência está na base de todos estes processos e que a inovação tem sido empregada como um meio seguro de enfrentar e vencer tantos desafios.

A Gestão da Qualidade, assim, tanto pelo impacto do perfil atual do consumidor brasileiro quanto pelas novas prioridades que assume, está essencialmente associada à inovação. Hoje, por exemplo, é dedicada enorme atenção ao estudo de indicadores que possam avaliar métodos e processos da gestão da qualidade em *ambientes inovadores*.

Uma análise do quadro atual permite traçar um modelo geral de como a inovação caracteriza o projeto da Gestão da Qualidade.

No âmbito da qualidade, de modo geral, há dois modos de entender inovação: no (1) ambiente macroeconômico e em (2) processos produtivos.

As inovações no ambiente macro-econômico têm como meta a eficácia, ou seja, a busca de resultados positivos (globais ou pontuais) para a organização. A estratégia para tanto consiste em viabilizar produtos diferenciados, adequado aos cenários em

constante mutação. Há dois conjuntos de meios que caracterizam a inovação neste ambiente:

1. Oferta de bens, serviços e métodos inovadores para o consumidor.

Exemplos:

➔ Alimentação: Refeições personalizadas feitas na casa do cliente;

➔ Saúde: Planos de saúde para grupos de organizações. Métodos de seleção do plano de saúde mais adequado a cada organização.

2. Demanda inovadora, ou seja, a demanda por novos bens, serviços e métodos.

Exemplo:

➔ Alimentação: Serviços de restaurante para situações específicas (rotisseries, self-service, comida regional, etc.).

➔ Saúde: Planos de saúde adequados a públicos-alvos específicos.

Em termos de processos produtivos, ações inovadoras têm como meta a busca por níveis crescentes de eficiência. A estratégia para tanto consiste na otimização dos processos produtivos, ou seja, no desenvolvimento de métodos que visam a gerar melhorias em termos das operações produtivas - mesmo em caso de produtos ou processos tradicionais. Há também dois conjuntos de meios que identificam a inovação neste ambiente:

1. Processos produtivos inovadores no todo.

Exemplos:

➔ Alimentação: Alimentos orgânicos, cultivados sem fertilizantes químicos ou agrotóxicos, dietéticos, ou com outras propriedades específicas.

➔ Rodovias: Novos métodos de construção, terceirizando-se o processo desde o início.

➔ Gestão pública: Modelos de gestão com indicadores de resultados.

2. Processos produtivos inovadores em partes.

Exemplos:

➔ Alimentação: Uso de embalagens que não agridem o meio-ambiente ou são reutilizáveis.
➔ Rodovias: Concessão e cobrança de pedágios.
➔ Gestão pública: Terceirização.

Observe-se que há setores que são por si mesmos inovadores, e podem ser inseridos nas duas situações – como Call centers, Telefonia móvel, Internet e TV a cabo. De outra parte há setores que sempre inovam até por questões de sobrevivência – como o turismo e a prestação de serviços laboratoriais. No primeiro caso, para diversificar ofertas; no segundo, para acomodar os serviços ao avanço tecnológico.

9. Uma visão conclusiva

O que esta rápida análise revela parece relativamente simples.

Os conceitos da qualidade são antigos. Muitos permanecem válidos até hoje; outros foram se alterando por conta da caminhada evolutiva da humanidade. Neste processo de adaptação permanente, a qualidade manteve sua essência: o permanente ajuste ao momento atual e ao contexto em que a organização se insere.

As maiores mudanças talvez estejam na amplitude do contexto, que se dilatou a ponto de circunscrever todo o planeta, e na velocidade das mudanças, que fez com que a palavra "atual" tenha um período de validade, ou uma vida útil, cada vez menor.

Talvez por isso, o conceito de inovação tão bem se adaptou às necessidades conceituais e às práticas da qualidade. Afinal, inovação é um processo de mudança que conduz ao aparecimento de novas formas, de novas situações, de novos hábitos, de novos valores – enfim, de uma nova cultura. E é um conceito que opera em mão dupla – tanto um produto pode ser inovador por atender a uma nova necessidade ou por gerar uma nova necessidade. O acendedor automático de fogões exemplifica o primeiro caso; o

telefone móvel, o segundo. No primeiro caso, há um comportamento estratégico de suprir carências (chega primeiro quem descobre o problema e encontra uma solução para ele). No segundo, a postura estratégica está em antecipar-se às possíveis mudanças.

Em ambos os casos, o conceito de diferenciação está bem caracterizado.

Assim, conclusivamente, as crises e transformações forçaram as organizações a assumir posturas estratégicas. E as organizações que venceram os desafios que se lhes foram impostos foram exatamente aquelas de perfil diferenciado.

Neste contexto, o que fica mais claro é que essas situações históricas que representaram alterações significativas e repentinas rupturas nos equilíbrios internos e externos das organizações conduzem a um processo de evolução natural, qual seja, a passagem de uma postura meramente operacional para um comportamento essencialmente estratégico. Assim, é possível que o processo de mutação compatível com a realidade hoje fique mais bem definido quando se considera os ambientes da Gestão Operacional, Gestão Tática e da Gestão Estratégica.

Em certo sentido, estes ambientes organizaram o desenvolvimento da história da qualidade. Esquematicamente, pode-se caracterizar cada ambiente como segue:

A visão operacional – Gestão Operacional da Qualidade:

➔ Eliminação de defeitos.

➔ Eliminação de desperdícios.

➔ Redução de custos.

➔ Rotinas de operação.

➔ Controle de processos produtivos.

➔ Otimização de processos.

➔ Controle da qualidade.

➔ Garantia da qualidade.

A visão tática – Gestão Tática da Qualidade:

➔ Formação e qualificação dos recursos humanos.

➔ Posturas gerenciais.

➔ Modelos de Gestão da Qualidade.

A visão estratégica – Gestão Estratégica da Qualidade:

➔ Mercados abertos.

➔ Concorrência.

➔ Necessidade de sobreviver.

➔ Atenção ao consumidor.

➔ O zelo pela marca.

➔ Impacto social da qualidade.

➔ Responsabilidade social.

➔ Visão ampla e de futuro.

➔ QUALIDADE: Comportamento diferenciado.

A figura 1 ilustra bem este processo (Fonte: Paladini e Carvalho, 2010).

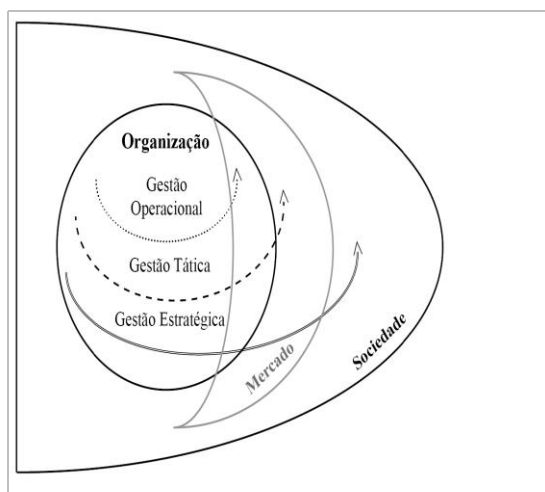



Figura 1 – Crescimento da Organização – Visão Estratégica

Por ela, se nota que a Gestão Operacional tem alcance limitado a uma parte do mercado, sendo que a maioria de suas ações envolve aspectos internos da organização. É o caso das atividades visando à manutenção de equipamentos, por exemplo. A Gestão Tática transcende a organização, embora ainda fique restrita ao cenário externo formado apenas pelos consumidores. É o caso dos processos de formação e atualização dos recursos humanos das organizações. Já a Gestão Estratégica transcende a organização e o mercado, com suas ações alcançando a sociedade.

Esta mesma figura ajuda a atender como crises e transformações tanto afetam a Gestão da Qualidade. Basta inverter o sentido das setas para se observar que a Gestão Estratégica é mais sensível às mudanças externas no âmbito da sociedade e no contexto do mercado consumidor. Pelo que se viu, sempre foi assim no passado – desde o mais remoto até o mais recente. E não há nenhum razão para acreditar que isto venha a mudar em futuro próximo.

Referências

ADRIAN, Nicole. Don’t just talk the talk. Quality Progress. July, 2009.

BANKS, Jerry. Principles of Quality Control. New York, John Wiley & Sons, 2004.

DAS, Prasun; MUKHERJEE, Sandip. Modeling of Customer Preferences on Product Features and Comparing the Competitors’ Performances. Quality Engineering, Vol. 20, n. 1. 2008.

DEMING, W. Edwards. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro, Ed. Marques Saraiva, 1990.

EVANS. J. R. and LINDSAY, W. M Management for Quality and Performance Excellence, 7th Edition. Sidney, Thomson South-Western Publishing, 2008.

FEIGENBAUM, A. V. International Growth of Quality. Quality progress, 2008.

GORDON, Dale. K. Product versus quality. Quality Progress. January, 2008.

HERNON, Peter; WHITMAN, John. Delivering Satisfaction and Service Quality. New York, ALA Publish. 2009.

ISHIKAWA, K. Building from the basics. Quality Progress. ASQ. January, 2009.

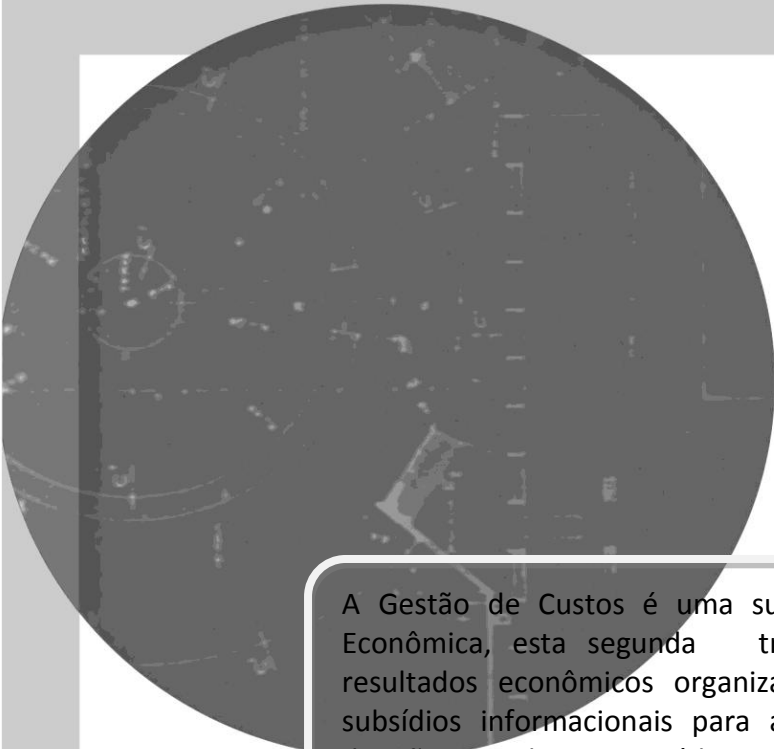
JURAN, J. M. Juran na liderança pela qualidade. São Paulo, Ed. Pioneira, 2001.

LIMA, João Batista de Souza. As mais antigas normas de direito. 2.ed. Rio de Janeiro: Forense, 1983. 225 p.

LURIA, Gil. Controlling for Quality: Climate, Leadership and Behavior. Quality Management Journal. Vol. 15. No. 1. 2008.

OIN, Hong; PRYBUTOK, Victor R. Determinants of Customer-Perceived Service Quality in fast-Food restaurants and Their relationship to Costumer Satisfaction and Behavioral

intentions. Quality Management Journal. Volume 15, Number 2. 2008.

PADOVANI, Umberto e CASTAGNOLA, Luís, História da Filosofia, Edições Melhoramentos, São Paulo, 10.ª edição, 1974.

PALADINI, E. P. Gestão da qualidade: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2009.

PALADINI, E. P. Gestão estratégica da qualidade. São Paulo: Atlas, 2009b.

PALADINI, E. P. E CARVALHO, F. G. Competências produtivas e visão estratégica: um modelo de gestão interativa. Revista Produção. Publicação prevista para 2010.

TENNER, A. R. E DeTORO, I. J. Total Quality management. Reading, Mass. Addison Wesley Pub. Co. 2007.

Gestão de Custos

A Gestão de Custos é uma subárea da Engenharia Econômica, esta segunda trata da avaliação de resultados econômicos organizacionais e de prover subsídios informacionais para auxiliar a tomada de decisão, seja de curto, médio ou longo prazo. A gestão de Custos abrange a implantação de dispositivos de controle do consumo de materiais e de recursos e também do estudo das receitas, visando para auxilar o gerenciamento eficiente da produção, para a formação de preços.

Nesta seção é apresentada uma discussão entre as principais ferramentas da gestão de custos a fim de auxiliar no aumento da competitividade.

GESTÃO DE CUSTOS: GLOSSÁRIO DE MÉTODOS APLICÁVEIS A SISTEMAS DE PRODUÇÃO COMPETITIVOS

Sumário do Capítulo

GESTÃO DE CUSTOS: GLOSSÁRIO DE MÉTODOS APLICÁVEIS A SISTEMAS DE PRODUÇÃO COMPETITIVOS

Renata Melo e Silva de Oliveira

Raphael Araújo Barbosa

Resumo

Este capítulo possui dois objetivos: a) apresentar uma introdução dos novos conceitos de custos industriais, estabelecidos na primeira década do século XXI e b) descrever os principais processos e, também, são apontadas algumas dificuldades da implementação de alguns conceitos da gestão econômica em sistemas de produção. Para isso são apresentas as principais terminologias da área; resumos das principais ferramentas que apóiam as decisões gerenciais em custos e descreve resumidamente algumas aplicações dessa área na gestão de processos produtivos.

Palavras-chave: Gestão de Custo, Gestão Econômica, Métodos de Custeio

1. Introdução

A necessidade de se conhecer melhor os custos de produção com o intuito de controlar, gerenciar e avaliar a eficiência operacional surgiu conjuntamente com revolução industrial no fim do século XIX, quando ficou evidenciado que não se poderia dedicar aos resultados contábeis dos sistemas de produção o mesmo tratamento ministrado as organizações mercantis. Posteriormente, durante o século XX com o surgimento das estratégias de competição pelo menor preço, através de elevados volumes de produção de produtos com baixa flexibilidade; e com os princípios de maximização do uso dos recursos, que somente décadas depois incluiu nessa equação a variável de qualidade dos produtos e serviços, iniciou-se a ampla difusão de técnicas de controle dos gastos e da análise das margens de contribuição dos produtos para auxiliar a tomada de decisões.

Ao fim da primeira década do Século XXI o ambiente globalizado já havia alterado consistentemente as relações da indústria com a sociedade. Conseqüentemente, emergiram desse novo contexto elementos como a inovação tecnológica, sistemas produtivos altamente flexíveis e a geração de bens com ciclos de vida mais curtos devido à obsolescência tecnológica. Dessa forma, a eliminação dos desperdícios passou a ser vista não mais como uma ação necessária ao aumento da eficiência operacional, mas sim como um pré-requisito indispensável para colocar no mercado produtos mais competitivos e eficazes; sustentáveis e; detentores de margens de contribuição garantidoras da sobrevivência financeira da empresa.

Diante deste cenário de consumo e concorrência, a gestão econômica, que subsidia a boa parte das decisões organizacionais, alimenta-se prioritariamente dos dados gerados através da implementação dos sistemas de custeio, pois é essa é uma das principais fontes que irão alimentar as análises sobre a formação

dos preços dos produtos, da lucratividade da empresa, dos custos e riscos de oportunidade de uma expansão no sistema produtivo e da aderência ao mercado por parte dos preços dos bens e serviços que são colocados à disposição.

Pelo exposto acima, constata-se a necessidade da utilização de ferramentas de que produzam informações com qualidade e quantidade suficientes para permitir uma gestão estratégica confiável, rápida e flexível, ou seja, que possibilitem aos gestores a tomada de decisões acertadas.

O conhecimento sobre custos, portanto, faz-se fundamental às empresas detentoras de sistemas de produção, principalmente, ao final de cada período em que passam por uma avaliação gerencial para conhecer seus resultados econômicos. Pensando nesta necessidade e na contribuição que modelos de sistemas de custeamento eficientes trazem a uma empresa industrial, apresenta-se neste capítulo a trama conceitual em que se baseiam as ações de controle, gestão e tomada de decisão para o acompanhamento dos gastos, da lucratividade e das margens de contribuição de produtos industrializados.

2. Glossário da Gestão de Custos

Nesta seção apresentam-se o conteúdo que define os sistemas de custeio, suas tipologias e resumidamente expõe as maneiras de aplicação do sistema de custeio. De um modo geral, custos podem ser definidos como medidas monetárias dos sacrifícios com os quais uma organização tem que arcar a fim de atingir seus objetivos (BRUNI E FAMÁ, 2009). Entretanto, do ponto de vista da gestão econômica, existem diferentes formas de interpretar os mesmos conceitos e conseqüentemente de desenvolver ações direcionadas à formação de preço, redução de gastos e maximização do uso dos recursos.

Custos podem ser classificados, geralmente, como diretos e indiretos. Segundo Perez Jr. 2000, são custos diretos, aqueles que podem ser quantificados e identificados aos produtos e serviços e valorizados com relativa facilidade.

Os custos indiretos são aqueles que, por não serem perfeitamente identificados nos produtos ou serviços, não podem ser apropriados de forma direta para as unidades específicas, ordens de serviços ou produtos, serviços executados, etc. Dessa forma, requerem um tratamento especial para serem alocados aos produtos. São exemplos de custos indiretos gastos com energia elétrica, salários de supervisão, depreciação da infra-estrutura fabril e também de equipamentos e, para serem distribuídos aos produtos necessitam do estabelecimento de uma base de rateio.

A seguir são apresentados resumidamente os termos que constituem o glossário da área de gestão de custos, o qual foi definido a partir da adaptação de conceitos estabelecidos por autores como Bruni e Famá (2009). Martins (2003) e Leone (2000).

Termo	Conceito
Gastos	Sacrifício Financeiro que a entidade emprega para obtenção de um produto (bem ou serviço). Em última instância, dependendo de sua natureza podem ser custos ou despesas.
Investimentos	Gastos ativados em função da vida útil ou em função do reconhecimento de benefícios futuros, representam gastos na aquisição de ativos que com o tempo vão sendo incorporados aos custos e despesas
Custos	Representam os gastos consumidos na Fabricação de Produtos relacionados à produção. Podem ser diretos e indiretos ou fixos e variáveis
Despesas	Gastos relacionados a bens e serviços relacionados à geração de receita e manutenção da empresa, ou seja,

	ligadas à atividades administrativas e atividades de vendas. Relacionam-se a atividades administrativas
Desembolsos	Saída de um recurso financeiro do caixa ou da conta bancária para pagar as compras efetuadas pela empresa. O desembolso pode ocorrer no momento da realização dos gastos ou depois deles, quando a compra é realizada a prazo
Perdas	Consumo de bens ou serviços de forma anormal inevitável, como por exemplo acidentes e catástrofes naturais que inutilizam uma planta industrial.
Desperdícios	Consumo ineficiente de recursos, como o retrabalho de uma peça defeituosa que vai gerar novos custos de mão-de-obra, energia, materiais.
Despesas	Esforços administrativos para a geração de receita. Não podem compor os custos do produto. Estão associadas a gastos com vendas, consumos do escritório, gastos com showroom.
Custos do Produto vendido	Representam em moeda as saídas do estoque do produto acabado do sistema de produção para o comprador. Para operações exclusivamente mercantis, esses custos chamam-se custos da mercadoria vendida
Custos de Oportunidade	Custos associados a uma atividade abandonada ou preterida

Fonte: Adaptado de Bruni e Famá (2009), Martins (2003), Leone (2000)
Quadro 1 – Miniglossário de Custos

Dependendo do sistema de custeio e da metodologia empregada, a forma de alocar os custos aos produtos serão as mais diversas. Por isso, faz-se necessário observar a classificação das formas de associação dos custos aos produtos de determinado sistema de produção. Por isso é fundamental que se conheçam os

tipos de sistema de custeio presentes na literatura e também as formas de agrupar os diferentes tipos de custeio.

No que tange a associação de custos aos produtos fabricados, segundo Bruni e Famá (2009) e Bornia (2002) podemos classificar esses tipos de gasto, conforme exibido no quadro a seguir.

Tipo de Custo	Definição
Custos Diretos/ Primários	Diretamente relacionados à composição do Produto. Representam os materiais diretos e a mão-de-obra direta, basicamente.
Custos Indiretos de Fabricação (CIF)	Custos que apesar de não entrarem na composição direta do produto são oriundos de esforços de transformação. Necessitam de critérios de rateio para serem atribuídos aos produtos. Ex.: Energia Elétrica, Salários de Supervisão, Depreciação de máquinas e equipamentos.
Custos de transformação	São os custos de conversão ou de agregação (operações) e podem ser diretos ou indiretos. Ex.: Mão-de-obra, CIFS

Fonte: Adaptado de Bruni e Famá (2009) e Bornia (2002)

Quadro 2 – Tipos de Custos quanto à Associação ao Produto

Do Ponto de Vista do comportamento dos custos conforme em relação do volume de produção, os custos podem classificar-se como Fixos ou Variáveis.

Os custos Fixos são assim denominados porque não são influenciados pelo volume de produção de determinado período.

Isso não quer dizer que eles sejam imutáveis ou estáticos – muito pelo contrário. Esse conceito é uma das fontes de maior geração de dúvida entre os estudantes nessa área. Por isso, para facilitar a compreensão do leitor, as definições sobre a variabilidade dos custos serão apresentadas no formato de exemplos.

Os exemplos clássicos mais freqüentes em livros de contabilidade de custos abordam a questão dos aluguéis prediais ou a depreciação de instalações e equipamentos, pois não importa o volume de produção ou se a produção em determinado período foi suspensa, os custos vão incorrer de qualquer forma.

Entretanto, existem custos que embora devam ser vistos como fixos, confundem um analista menos atento. É o caso das faturas de telefones corporativos. Embora o valor da fatura possa se alterar a cada mês, sem que haja reajustes na tarifa cobrada pelos minutos. Porque então classificar este item como custo fixo? Basicamente porque o valor da fatura não varia proporcionalmente ao volume produzido em determinada fábrica e, da mesma forma que o aluguel, caso a fábrica produza zero unidades em determinado mês, o custo da conta telefônica continuará existindo.

O custo variável é intensamente influenciado pelo volume de produção e geralmente estabelece uma relação de proporcionalidade direta: quanto maiores os volumes produzidos em determinado, maior será o montante desses custos. São exemplos célebres dessa tipologia de custos: Materiais diretos, materiais indiretos, parte da energia elétrica consumida.

Uma característica interessante da natureza desses tipos de custo: unitariamente analisando, apesar de não aumentarem com a elevação do volume de produção, são influenciados pela economia de escala, ou seja, quanto maior o volume produzido menor a parcela de custos fixos alocada por unidade produzida. Por exemplo, para diluir R$100.000,00 de custos fixos mensais aos seus produtos, uma empresa fabricante de móveis de cozinha modulares observou

os meses de março, abril e maio. Analise o comportamento dos custos fixos por unidade produzida, confrontados com o volume de produção mensal.

Mês	Quantidade Produzida	Custos Fixos /unidade
Março	250 unidades	R$ 400,00
Abril	300 unidades	R$ 333,33
Maio	500 unidades	R$ 200,00

Quadro 3 - Simulação de distribuição de custos fixos por unidade produzida

Quanto à análise dos custos variáveis, o inverso ocorrerá: como em ambientes de manufatura ou em ambientes industriais o grau de padronização é essencial para o sucesso de um sistema produtivo, a maioria das empresas que adotam o sistema de custeio variável deve possuir estabelecidas estimativas de tempo, materiais e energia para produzir-se uma unidade de seus produtos. Por essa razão os custos variáveis, quando analisados sob o aspecto do custo unitário serão invariáveis por unidade, em um ambiente econômico sem grandes flutuações.

Uma vez apresentado o glossário da área de custos industriais, na próxima seção passa-se para a descrição dos métodos de custeio mais utilizados na área industrial. Bornia (1995) define que o primeiro objetivo básico dos sistemas de custos tradicionais é encontrar os custos dos produtos para avaliação de estoques, permitindo, deste modo, a determinação do resultado da empresa pela contabilidade financeira.

3. Sistemas de Custeio

Um sistema de custeio representa um conjunto de ferramentas matemáticas e contábeis que ao final de sua aplicação devem gerar basicamente um resultado específico: o cálculo do

custo dos produtos. Segundo Bornia (2002) o estudo dos sistemas de custos pode ser realizado sob duas perspectivas diferenciadas.

A primeira delas reside no estudo dos objetivos do sistema de custeio e os objetivos gerenciais da organização, pois somente após conhecer esses objetivos pode-se eleger qual conjunto de informações será relevante gerar para a empresa e seus clientes.

O segundo aspecto consiste nos métodos a serem empregados para a obtenção dessas informações, ou seja, no estudo dos sistemas de custeio, os procedimentos de tratamento e classificação de dados possuem ampla relevância.

São conhecidos como os mais comuns objetivos de um sistema de custeio, os seguintes itens:

- Avaliação de estoques
- Controle
- Tomada de decisão

Os objetivos dos sistemas de custeio podem ser melhor compreendidos se tomarmos como exemplo algumas situações práticas. Por exemplo, se uma determinada organização deseja implementar um sistema de custos para avaliar seus estoques e gerar relatórios aceitos pelo fisco, ou seja, para suprir demandas externas de seu ambiente, seria mais adequada a escolha pelo Método do custeio por Absorção, o qual é capaz de desempenhar esse papel com eficiência. Para indústrias que desejam controlar os custos gerados ao longo de seu processo produtivo, para obter uma medida de eficiência ou de traçar um perfil de consumo dos recursos empregados em sua planta, indica-se a departamentalização ou o Custeio Baseado em Atividades.

Empresas que desejam suportar sua tomada de decisão de curto prazo para terceirização de uma determinada operação, retirada de um produto do mercado ou substituição de

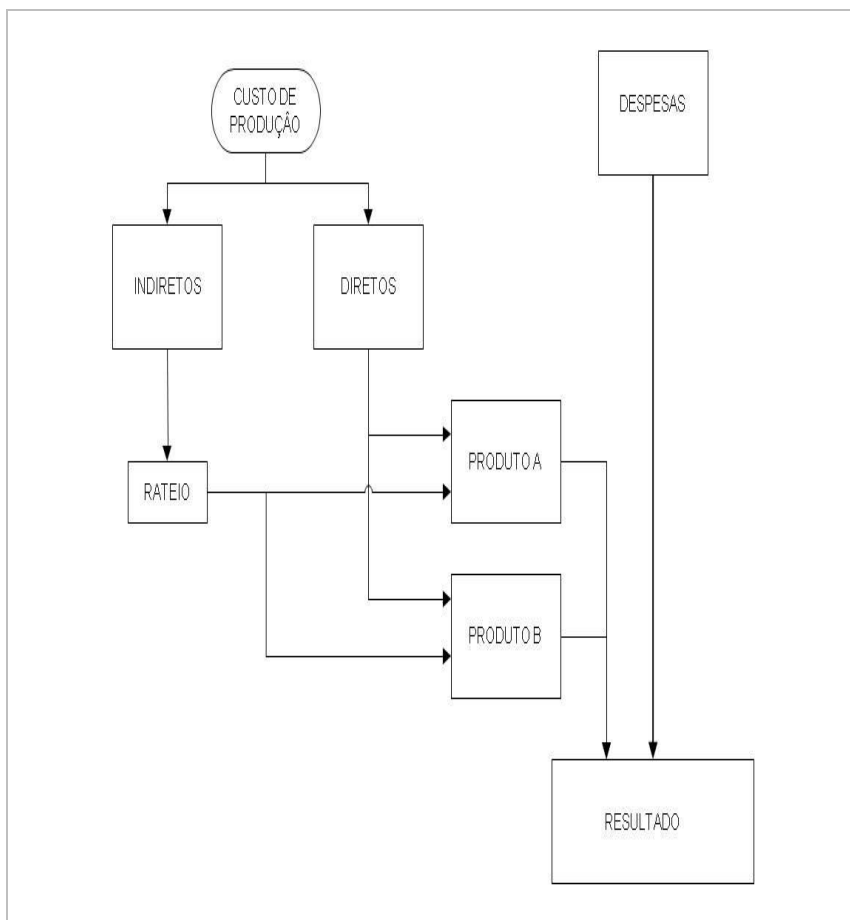
determinado equipamento; por exemplo, pode ser beneficiada se adotar o custeio variável.

As próximas seções deste texto apresentarão um aparato geral sobre os três sistemas mais utilizados na gestão de custos.

3.1 O Custeio por Absorção

O custeio por absorção é um dos métodos mais clássicos da gestão de custos e também um dos mais amplamente utilizados na indústria. Para Leone (2000), Custeio por absorção é aquele que faz debitar aos produtos todos os custos de produção, independentemente de serem, fixos ou variáveis, diretos ou indiretos. O objetivo deste sistema é fazer com que cada produto receba uma parcela dos custos indiretos de fabricação obedecendo-se a um critério previamente definido.

O primeiro passo para a sua implantação é o conhecimento da carteira de contas da empresa, da qual deve-se extrair informações referentes à despesa bruta e despesa líquida, gastos com despesas gerais, além recolhimento de impostos, folhas de pagamentos, etc. depois deve-se realizar a classificação dessas e de outras contas como receitas, custos, despesas. Os custos, de uma maneira geral devem ser separados em diretos e indiretos. Os custos diretos (C.D.) será então alocados diretamente aos produtos.

Os Custos indiretos de fabricação (CIF) deverão ser estudados com cautela, pois para que sejam atribuídos aos produtos, será necessária a definição de uma base criteriosa de proporcionalidade, denominada base de rateio. Portanto, esse sistema de custeio segue uma estrutura de etapas pré-estabelecidas a fim de apurarem-se os custos totais de produção de um determinado período. A figura 1, a seguir exibe a sistemática dada ao tratamento dos custos de maneira resumida, desconsiderando-se as despesas.

Fonte: Adaptado de Martins (2003)
Figura 1 - Estrutura de funcionamento do Custeio por Absorção

Para melhor ilustrar a metodologia de funcionamento do custeio por absorção, apresenta-se a seguir um exemplo prático.

Uma empresa de brinquedos que utiliza madeira como matéria-prima, que teve o custo de R$ 50.000,00, sendo R$ 35.000,00 para fabricação de aviões de brinquedo e R$ 15.000,00 para fabricação de carros de brinquedo. Parte da mão- de- obra é direta que na folha de pagamento se dá seguinte forma, R$ 2.000,00 para a fabricação de carros e R$ 2.500,00 para fabricação de aviões.

A outra parte, R$ 10.000,00, ainda precisa ser alocada aos produtos e a empresa escolheu usar o custeio por absorção para esse fim.

Para a solução desse problema a empresa pode usar como critério de rateio a folha de pagamento da mão-de-obra já alocada aos produtos, da seguinte forma, em R$.

Tabela 1 -Exemplo de mapa de rateio

Custo	*Carro*	*Avião*	*Total*
Mão-de-obra direta	2.000,00	2.500,00	4.500,00
%	44	56	100

Assim, a atribuição da mão-de-obra indireta será calculada da seguinte forma: **R$ 10.000,00 x 44% = R$ 4.400,00**, para o carro. Para o avião o cálculo é semelhante: **R$ 10.000,00 x 56% = R$ 5.600,00.**

Agrupando-se os custos indiretos com mão-de-obra aos demais, obteve-se o seguinte resultado – tabela 2.

Tabela 2 - Mapa de custos totais

Custo	Carro	Avião	Total
Mão-de-obra direta	2.000,00	2.500,00	4.500,00
Mão-de-obra indireta	4.400,00	5.600,00	10.000,00
Matéria prima	35.000,00	15.000,00	50.000,00
Total	41.400,00	23.100,00	64.500,00

3.1.1 Departamentalização

A departamentalização dos custos é uma das formas mais comuns do custeio por absorção e consiste em alocar os custos indiretos aos departamentos para, somente em seguida serem distribuídos aos produtos.

Esse modelo de apuração de custos surgiu da necessidade de controlar os custos indiretos de fabricação de unidades produtoras

de indústrias com altos volumes de operação. Geralmente, em sistemas industriais, os CIFS são basicamente compostos de depreciação e outros custos gerados pelo uso de equipamentos, tais como eletricidade, materiais indiretos, salários de supervisores de máquinas. Daí justifica-se a importante metodologia da departamentalização para o controle de custos indiretos de setores fabris.

Para se obter uma distribuição mais precisa dos custos departamentais aos produtos, é necessário o estabelecimento de bases de rateio criteriosas e que possuam afinidades com a natureza dos custos gerados.

Tomaremos como definição de departamento: Um departamento de uma sistema de produção é uma unidade operacional representada por um conjunto de homens e/ou máquinas de características semelhantes, desenvolvendo atividades homogêneas dentro de uma mesma área. Para efeitos de processamento de custos, os departamentos serão tratados neste texto como a menor unidade administrativa de um processo produtivo.

Vale ressaltar que a departamentalização trabalha com dois tipos básicos de departamentos:

- Os <u>Departamentos auxiliares</u> ou de serviços não atuam diretamente sobre os produtos, mas prestam serviços aos departamentos de produção, auxiliando-nos no cumprimento de sua função. Para fins de aplicação da metodologia da departamentalização, os custos desses departamentos são rateados aos entre os departamentos de produção para posterior distribuição ao produto final.

- Os <u>Departamentos de Produção</u> são os executores de operações que transformam ou modificam diversos materiais com a finalidade de obter-se um produto (bem ou

serviço). Seus custos, indiretos em relação aos produtos, são atribuídos aos bens e serviços processados através de bases de rateio.

O exemplo ilustrativo a seguir, demonstra uma aplicação da departamentalização em um sistema de produção.

A empresa Camisas S.A. fabrica uniformes escolares, e tem seus departamentos divididos em “estoque”, “corte” e “costura”. A empresa necessita alocar os custos aos produtos: i)camisa Manga Curta e ii) Camisa Manga Longa. Decide-se, então utilizar a departamentalização para esse fim, devido à grande parte dos CIFS dessa indústria se relacionarem com equipamentos. Os dados sobre a comercialização e os custos da empresa em Reais (R$) são mostrados nas tabelas 3 e 4, a seguir.

Tabela 3 - Custos da Empresa Camisas S.A

Descrição	Manga curta	Manga longa	Soma
Materiais diretos	3.000,00	5.000,00	8.000,00
Mão-de-obra direta	2.000,00	4.000,00	6.000,00
Unidades produzidas	1.200,00	1.000,00	2.200,00
Preços de venda	10,00	15,00	

.

Tabela 4 - Custos indiretos da Empresa

Custos indiretos	Valor($)
Aluguel	2.200,00
Encargos	6.500,00
Soma	8.700,00

A partir desses dados os custos indiretos do departamento auxiliar (estoque) serão alocados primeiramente aos departamentos de produção, os quais são clientes do estoque. Num primeiro momento parte desses CIFs serão alocados aos produtos acabados . A outra parte será distribuída aos produtos somente depois de concatenada aos custos dos departamentos de produção.

A seguir são descritos os passos de aplicação da departamentalização.

Passo 1: A definição do critério de rateio.

As bases de rateio devem ser definidas para a distribuição dos custos indiretos proporcionalmente a sua base rateio. Alguns departamentos já possuem bases de rateio comumente utilizadas, outros precisam ser analisados para que se tenha a sua correta definição.

Nesse exemplo a área ocupada por cada setor pode facilmente ser utilizada como base de rateio para custo do aluguel. No caso do custo dos encargos sociais, por razão de afinidade, usam-se como base de rateio os percentuais de representatividade de cada setor sobre o valor da folha de pagamento (tabela 5).

Tabela 5 - cálculo das bases de rateio

Descrição	**Estoque**	**Corte**	**Costura**
Área ocupada (m²)	100 (50%)	60 (30%)	40 (20%)
Folha de pagamento (R$)	2.000,00 (33%)	3.500,00 (47%)	1.000,00 (20%)

Passo 2: Distribuição de CIFS pela departamentalização.

Os custos indiretos serão então alocados aos departamentos com base nos critérios estabelecidos anteriormente. Para exemplificar, usaremos o cálculo do rateio dos custos de aluguel que serão consumidos pelo departamento de estoque, cuja a área ocupada representa 50% do total da planta. Sendo o total gasto com aluguel o valor de R$ 2.200,00, aplicando-se a taxa de rateio, tem-se que: **Rateio do Aluguel: 50% x R$ 2.200,00 = R$ 1.100,00**. O mesmo raciocínio é empregado para os outros itens, gerando a seguinte tabela 6, a seguir.

Tabela 6 - resultados da aplicação das taxas de rateio

$/Dpto	**Estoque**	**Corte**	**Costura**	**Soma**
Aluguel	1.100,00	660,00	440,00	2.200,00
Encargos	2.145,00	3.055,00	1.300,00	6.500,00

Soma	3.245,00	3.715,00	1.740,00	8.700,00

Passo 3: Alocação dos CIFS e CDS aos produtos

A alocação dos custos aos produtos pode ser feita utilizando-se como critério o tempo consumido para fabricar cada tipo de produto. No caso do estoque, que é utilizado tanto por produtos quanto pelos departamentos, pois que é um departamento que dá suporte aos, a distribuição do consumo de sua carga horária se dá da seguinte maneira: 10h (6,25%) para o corte, 20h (12,5%) para a costura, 60h (37,5%) para manga curta e 70h (43,75%) para manga longa totalizando 160 h (100%). O cálculo da base de rateio do tempo processado x departamento é apresentado na tabela 7.

Tabela 7 - Bases de rateio

Departamentos	**Manga curta**	**Manga longa**	**Soma**
Corte	60 (37,5%)	100 (62,5%)	160 (100%)
Costura	70 (43,75%)	90 (56,25%)	160 (100%)

Assim os custos indiretos totais do estoque serão transferidos aos outros setores e produtos proporcionalmente a distribuição da carga horária, consumida para o atendimento dos departamentos (clientes). Para exemplificar a transferência dos custos do estoque para o setor de corte, temos: **R$ 3.245,00 x 6,25% = R$ 203**. Então, o cálculo do novo custo do departamento de corte será a soma dos R$3.715,00 originais com a parcela absorvida do estoque (R$203,00). Assim, o restante das transferências é aplicado analogamente aos outros departamentos, conforme o mapa de custos apresentados a seguir.

Tabela 8 - Mapa de Custos 1 (departamentalização)

Gasto	Estoque	Corte	Costura	Manga curta	Manga longa	Soma
Materiais diretos				3.000,00	5.000,00	8.000,00
Mão-de-obra direta				2.000,00	4.000,00	6.000,00
Custos indiretos	3.245,00	3.715,00	1.740,00			8.700,00
Soma dos custos	3.245,00	3.715,00	1.740,00	5.000,00	9.000,00	22.700,00
Custos transferidos do estoque	(3.245,00)	203,00	405,00	1.217,00	1.420,00	
Subtotal	-	3.918,00	2.145,00	6.217	10.420,00	22.700,00

O próximo passo será garantir que os custos dos outros setores sejam um a um, distribuídos aos produtos proporcionalmente em função da carga horária. Por exemplo, o subtotal do setor de corte agora é de R$ 3.918,00. Dessa forma, a distribuição aos produtos será baseada na aplicação das taxas de rateio. Para o produto Camisa Manga Curta serão destinados 37,5% dos custos daquele departamento. Veja a aplicação do cálculo: **R$ 3.918,00 x 37,5% = R$ 1469,25.** O mesmo será realizado para o outro departamento e do restante dos produtos.

Tabela 9 - Mapa de Custos 2 (departamentalização)

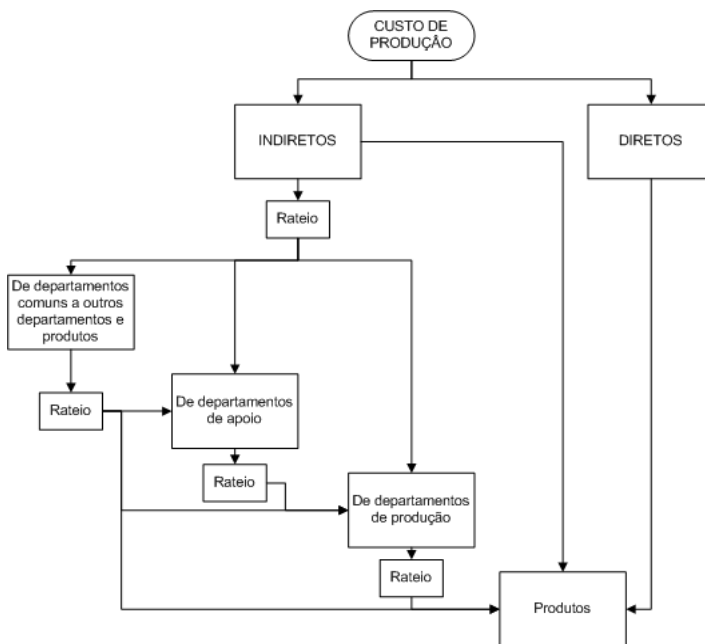
Gasto	Corte	Costura	Manga curta	Manga longa	Soma
Subtotal	3.918,00	2.145,00	6.217	10.420,00	22.700,00
Custo transferido do setor de corte	(3.918,00)		1.469,25	2.448,75	
Subtotal		2.145,00	7.686,25	12.868,75	22.700,00
Custo transferido do setor de costura		(2.145,00)	938,44	1.206,56	
Total			8.624,69	14.075,31	22.700,00
Unidades produzidas			1200	1000	
Custo unitário			7,19	14,10	

Os dados foram arredondados para o máximo de duas casas decimais. Note que o custo do produto camisa Manga longa é de R$ 14,10, que quase alcança o seu preço de venda, R$ 15,00. Como vantagens de aplicação deste método, pode-se dizer que:

a) É capaz de resolver grande parte do problema de alocação dos custos indiretos na indústria;

b) Permite a realização de uma análise dos consumos sob a ótica da melhoria dos controles internos, já que cada departamento deve ter apenas um responsável pelo seu gerenciamento (MARTINS, 2003) e deve-se conhecer os CIFS de cada setor.

c)Permite o planejamento e execução de ações diretas para promover o aumento da eficiência do uso de recurso financeiros em cada unidade de produção (BRUNI E FAMA, 2009).

Para uma melhor fixação um fluxograma é exibido a seguir o funcionamento do sistema de custos com departamentalização.

Fonte: Adaptado de Martins (2003)
Figura 2 - Uma visão geral da Departamentalização

Observe que os departamentos auxiliares tem seus custos rateados aos departamentos de produção, porém não se descarta que em alguns casos os departamentos auxiliares prestam serviços aos produtos acabados (como no exemplo anterior). Essa prática é necessária para garantir que os custos gerados nessas unidades sejam distribuídos aos produtos, mesmo que eles não sejam processados naqueles departamentos.

3.2 O Custeio Variável

O Custeio variável relaciona-se às atividades de tomada de decisão dentro do horizonte de curto prazo, onde as ações de

planejamento consistirão na decisão de quanto produzir, de modo a maximizar os lucros em um determinado período.

Por isso, a parcela fixa dos custos não é levada em consideração na apuração dos resultados, já que sua existência independe do volume de produção. Conseqüentemente, não terão grande relevância no estudo das margens de contribuição de cada produto. Logo, com base no princípio de que os custos sejam variáveis ou fixos, gastos com aluguel de um galpão industrial terão menor relevância na composição dos custos do que o estudo dos consumos de matéria-prima, energia e mão-de-obra, por exemplo.

Entretanto, para a manutenção da estabilidade financeira da empresa, para que seja adotado esse sistema de custeio, deve-se respeitar uma premissa importante: deve haver garantias de que a empresa tem como arcar com os custos fixos do exercício, independentemente das decisões tomadas em relação aos custos variáveis, margens de contribuição e quantidades a serem produzidas.

Por essa razão esse sistema de custeio está intimamente relacionado com as análises de custo-volume-lucro, conforme define Bornia (2002), são importantes pelo menos quatro aspectos na tomada de decisão a curto prazo: a margem de contribuição, Razão de Contribuição, o estudo dos fatores limitantes de produção e o ponto de equilíbrio. No quadro a seguir, estão definidos e comentados cada um desses aspectos.

Aspecto	Descrição
Margem de Contribuição Unitária	Receita de vendas diminuída dos custos variáveis de uma unidade do produto. Representa a parcela do preço de venda que será destinado à cobertura de despesas e custos fixos da empresa e para a geração do lucro do produto vendido.
Razão de Contribuição	Representa o valor percentual da margem de contribuição em relação às vendas. É calculada em função da razão entre a margem de contribuição unitária e o preço de venda de uma unidade do produto.
Fator Limitante de Produção	Representam restrições à capacidade infinita de produção, ou seja, tempo escasso, falta de matéria-prima, escassez de energia. Esse indicador possui grande relação com estudos de pesquisa operacional que possuem como função objetivo a maximização do lucro ou a minimização dos custos para auxiliar na decisão do que produzir e de quanto fabricar, dado determinado recurso escasso
Ponto de Equilíbrio	Representa o volume de vendas em que o lucro é nulo. Ou seja, o quantitativo mínimo de produtos que se deve vendar para cobrir os custos fixos e assim evitar os prejuízos. Pode considerar todos os produtos de uma empresa ou somente o carro chefe. Subdivide-se em Ponto de Equilíbrio Contábil, Econômico e Financeiro.
Margem de segurança	Representa o excedente de vendas de uma empresa em relação ao ponto de equilíbrio. Em outras palavras é o indicador percentual que permite avaliar o quanto as vendas podem cair antes de se ter prejuízo.

Fonte: Adaptado de Bornia (2002)

Quadro 4 - Aspectos importantes para a tomada de decisão a curto prazo

Além de permitir a análise dos indicadores apresentados anteriormente, esse método de custeio permite a apuração dos

resultados da empresa e o estudo de sua lucratividade. Entretanto, não é aceito pelo fisco.

O Custeio variável difere-se do custeio por absorção por não considerar na formação dos custos do produto os gastos fixos da produção (custos fixos). Estes por sua vez são tratados na apuração dos resultados da mesma forma que as despesas, na DRE.

DRE simplificada
Receita
(-) Custos e despesas variáveis
(=) Margem de contribuição
(-) Custos e despesas fixas
(=) Resultado operacional

Fonte: adaptado de Souza e Diehl (2009)

Quadro 5 - DRE Simplificada para o Sistema de Custeio Variável

Para uma melhor compreensão desse sistema de custeio, observe o exemplo a seguir.

A capacidade mensal ótima de produção de uma fábrica de peças para computador é de 10.000 peças por mês, sendo 3.000 unidades do produto A e; 7.000 unidades do produto B. Os custos fixos somam $ 50.000,00 e os custos variáveis comportam da seguinte forma (vide tabela a seguir).

Tabela 10 - Custos Variáveis da empresa

Custo	A	B
Materiais diretos	$ 2,00/um	$ 1,00/um
Mão-de-obra	$ 4,00/un	$ 3,00/um

O preço de venda do produto é de $ 10,00 para A e $ 9,00 para B. A empresa deseja saber se está tendo lucro com essa quantidade produzida, considerando que ela vende sempre 100% do volume produzido. Para resolver esse problema pode-se ratear os custos fixos em função da mão-de-obra, o que resultaria em:

- **$ 4,00/un x 3.000 un = $ 12.000,00 (produto A)**

- **$ 3,00/un x 7.000 un =$ 21.000,00 (produto B)**.

Para calcular o custos totais da mão-de-obra, basta aplicar sobre os R$ 33.000,00, as respectivas taxas de rateio pertinentes a cada produto (36% para A e 64% para B). Dessa forma, o produto A receberá R$ 18.000,00 de custos fixos. Então, a alocação dos custos resultará no seguinte relatório Contábil, denominado Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), o qual exibe também a margem de contribuição dos produtos, que é a receita subtraída dos custos variáveis (BRUNI E FAMÁ, 2009).

Tabela 11 - DRE do Custeio Variável

DRE simplificada	Produto A	Produto B
Receita de Vendas (preço unitário de vendas x qtde vendida)	$ 10,00 x 3.000 = $ 30.000,00	$ 63.000,00
(-) Materiais diretos	$ 2,00/un x 3.000 un = $ 6.000,00	$ 7.000,00
(-)Mão-de-obra	$ 12.000,00	$ 21.000,00
(=)Margem de contribuição total (Vendas – Custos variáveis)	$ 12.000,00	$ 35.000,00
(-)Custos fixos	$ 18.000,00	$ 32.000,00
(=) Resultado	$ (4.000,00)	$ 3.000,00

Note que apesar de empresa obter lucros com o produto B, o volume vendido de A não consegue cobrir os seus próprios custos fixos, ainda que ele possua uma margem de contribuição positiva e que receba a menor parcela dos custos fixos. O custeio Variável normalmente é empregado devido a sua grande simplicidade de raciocínio (SOUZA E DIEHL, 2009), não exigindo grandes conhecimentos sobre custos indiretos.

3.3 O Custeio ABC

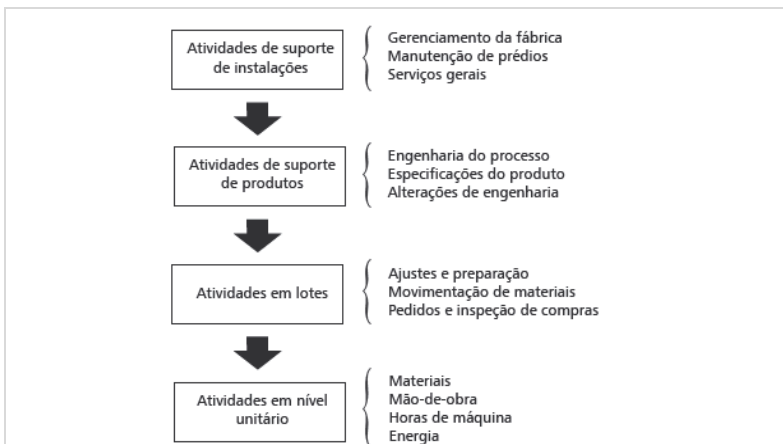
Este método de custeio tornou-se muito popular ao final dos anos de 1980. O custeio por atividades (ABC) tornou-se uma abordagem amplamente defendida por diversos profissionais, tais como analistas financeiros, gestores de processos, analistas de sistema e administradores. Um marco literário foi o lançamento do artigo Measure Cost Right: Make the right decision de Cooper e Kaplan (1988) aos quais se atribui a criação dessa maneira de tratar os custos organizacionais.

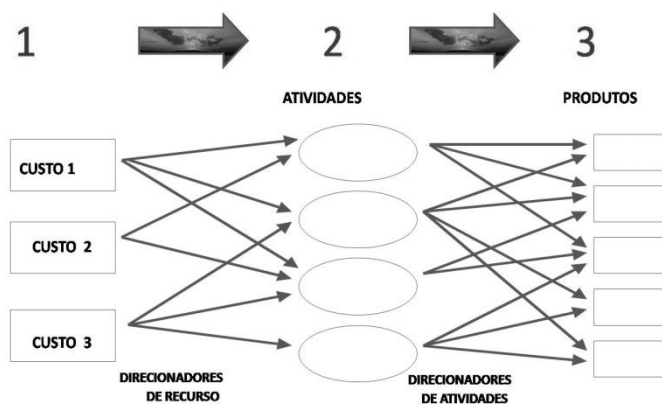
Na realidade o custeio baseado em atividades consiste uma metodologia desenvolvida para subsidiar a análise estratégica dos custos relacionados com as atividades que mais consomem de recursos de um determinado sistema organizacional. Nakagawa (2001) reforça que essa metodologia foi desenvolvida num contexto em que os administradores que utilizavam práticas de gestão por processos necessitavam de uma base informacional mais precisa para tomar suas decisões.

Em outras palavras, pode-se afirmar que o ABC veio ao encontro das tecnologias e ferramentas de gestão da produção, as quais eram emergentes ao final da década de 1980. Metodologias como o Just- in-time, kaizen, TQC, tecnologias de automação e operações (conhecidas após os anos 2000 como gestão produtiva total) necessitavam de suportes da gestão financeira a fim de converter seus resultados operacionais em resultados financeiros para as empresas.

Essa é uma das metodologias mais recentes de custeio e, muitos autores reconhecidos a define como uma forma acurada medir os recursos consumidos durante a realização das atividades e posteriormente repassar os custos para os produtos.

A metodologia do ABC é bastante objetiva e segue etapas bem definidas. A idéia é que seja realizado um mapeamento de processos eficiente para identificar as atividades e seus

quantitativos de consumo dos recursos, para posterior atribuição desses custos gerados aos produtos. Para facilitar a compreensão do leitor, passa-se para apresentação do modelo hierárquico do ABC.

Fonte: Cooper e Kaplan (apud Bruni e Famá, 2009)
Figura 3 - Hierarquia do sistema ABC.

A aplicação desse método de custeio está associada, portanto, a um conjunto de regras que partem de um ambiente produtor composto por atividades mais complexa até o ambiente operacional da estação de trabalho, onde haverá transformação do produto. Por isso, as atividades apresentadas na figura 3 estão associadas a um conjunto de regras, que constituem as etapas do ABC. Observe a figura seguir.

Fonte: Adaptado de Pamplona (1997)
Figura 4 - Esquema gráfico de funcionamento do ABC

As etapas ilustradas na figura anterior podem ser melhor compreendidas com a ajuda do quadro 6. Nele está descrito o roteiro de passos que devem ser tomados para se obter a alocação dos custos.

Etapa	Descrição
Etapa I – Identificação dos Departamentos e Atividades	Nesta etapa, serão definidos os departamentos que contemplam as atividades e os centros de custos, que em algumas situações será o próprio departamento. Em seguida, os processos do negócio serão identificados obedecendo ao fluxo em que os mesmos acontecem. Essas definições estarão subsidiadas por observações *in loco*, preenchendo cartas de processo e realizando entrevistas com os gestores da empresa.
Etapa II – Desenvolver Plano Melhoria	Após a identificação das análises dos processos existentes na empresa, percebe-se que algumas atividades não são realmente importantes para a produtividade da empresa. Estas atividades geralmente são aquelas que

	provocam excessivas esperas ou dificuldades de processamento que possam ser modificadas ou excluídas. É importante executar o plano de melhorias antes mesmo da implantação do ABC para tornar o mapa de atividades mais enxuto reduzindo assim o custo de rastreio dos direcionadores.
Etapa III – Identificação dos Custos a Serem Rastreados	O sistema ABC não faz diferença entre custos e despesas como os sistemas tradicionais de custeio, o ABC, rastreia a relação causal de todos os gastos com as atividades da empresa que geram os produtos. Para obter o valor real destes gastos é importante recorrer aos registros contábeis existentes na empresa. Sempre que possível deverão ser agrupadas as contas semelhantes como, por exemplo, IPTU e seguro predial, etc
Etapa IV – Identificação dos Direcionadores de Custos de Primeiro Estágio	Depois, identificam-se os possíveis direcionadores de custos, de primeiro estágio, também chamados de direcionadores de recursos, e em seguida selecionam-se os que serão utilizados no modelo para rastreamento dos custos às atividades e destas ao objeto de custeio. A seleção dos direcionadores segue o método de entrevista com os gestores da empresa.
Etapa V – Identificação dos Direcionadores de Custos de Segundo Estágio	Os direcionadores de segundo estágio são também chamados de direcionadores de atividades. Nesta fase já deverão ser bem conhecidos os objetos de custo, os produtos. A forma de selecionar estes direcionadores não é diferente da metodologia de seleção dos direcionadores de primeiro estágio. Entrevistas com os gestores e a equipe de funcionários é essencial para uma correta definição destes direcionadores

Fonte: Adaptado de Martins (2003) e (NAKAGAWA, 1995).
Quadro 6 - Etapas de Implantação do ABC

Embora para muitos esse sistema represente o surgimento de uma nova vantagem competitiva, do ponto de vista da implementação, deve-se comentar que existem alguns obstáculos a serem vencidos. Um exemplo relevante é o alto nível de gastos gerados para na implantação de dispositivos de controles, coletas de dados, programação de sistemas de informação e treinamentos de funcionários para garantir o sucesso da obtenção de informações.

Outra desvantagem é a necessidade de um elevado grau de padronização de operações, o que dificultaria a implantação desse sistema em processos altamente flexíveis, como os sistemas de produção sob encomenda ou os sistemas com alta variabilidade de tipos de produtos.

4. Considerações finais

Este texto buscou comentar as possíveis aplicações em Engenharia de Produção dos principais sistemas de custeio encontrados na literatura técnica. Embora hajam obras e trabalhos consagrados na área, não é incomum que surjam entre gerentes de produção e analistas organizacionais dúvidas sobre os critérios e procedimentos de aplicação desses sistemas de custeio em ambientes industriais.

A gestão de custos, apesar da sua reconhecida abrangência, representa apenas um dos aspectos dentre diversos da Engenharia Econômica e pode ser considerada como um recurso que subsidia tanto a tomada de decisão quanto a gestão e controle de sistemas de produção. Por isso, aponta-se que é interessante ao leitor buscar apronfundamentos em temas como a Engenharia Econômica e Análise de Investimentos. Ainda, é relevante ressaltar que essa sub-área da engenharia de produção deve ser utilizada em combinação com outras disciplinas de modo simbiótico:

a) Disciplinas qualitativas com foco na gestão, a exemplo das que tratam de aspectos estratégicos da Tomada de Decisão; Marketing; Logística; Engenharia de Operações e Gestão da Qualidade.

b) Disciplinas quantitativas com foco no controle e no gerenciamento, como a pesquisa operacional (e suas funções de maximização dos lucros e minimização dos custos); o Controle estatístico do processo; a Engenharia de Métodos (para estabelecimento de tempos padrão de operações, que irão disparar cálculos de consumo de eletricidade, materiais e mão-de-obra por unidade produzida).

Além disso, a gerência de materiais e planejamento e controle da produção também possuem interface com as ferramentas de controle de custos e estabelecimento de políticas de compras.

Por fim, espera-se que este trabalho tenha auxiliado o leitor a dirimir suas dúvidas acerca da importância da gestão de custos e suas aplicações e conceitos.

Referências

BORNIA, A. - Análise gerencial de custos em empresas modernas. Bookman. Porto Alegre, 2002

BORNIA, A. C. Mensuração das Perdas dos Processos Produtivos: Uma Abordagem Metodológica de Controle Interno.Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - PPGEP/UFSC

BRUNI A.L.; FAMÁ, R. Gestão de Custos e Formação de Preços. 2ª Ed. São Paulo, Atlas,2009

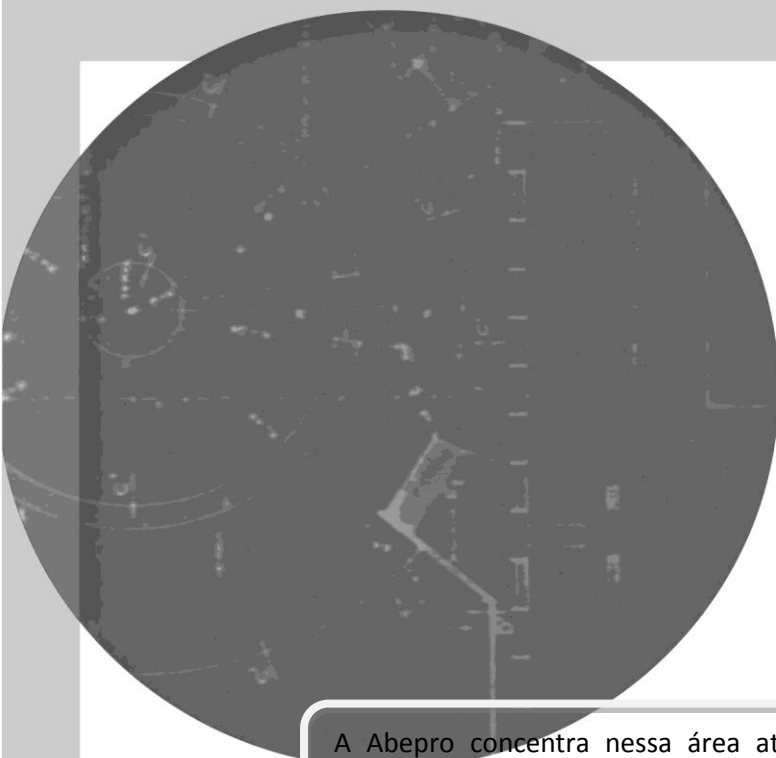
LEONE, George S. Guerra. Custos Planejamento, Implantação e Controle. 2.º ed. São Paulo: Atlas,2000

MARTINS., E.. Contabilidade de Custos: Inclui o ABC. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

NAKAGAWA, M. ABC: Custeio Baseado em Atividades. São Paulo: Atlas, 1995.

PLAMPLONA, Edson de Oliveira. Contribuição para a Análise Crítica do Sistema de Custos ABC através da Avaliação dos Direcionadores de Custos. 1997.(Tese Doutorado) – Fundação Getúlio Vargas- RJ.

SOUZA, M. A., DIEHL, C. A. – Gestão de custos uma abordagem integrada entre contabilidade, engenharia e administração. São Paulo: Atlas, 2009.

Engenharia do Trabalho

A Abepro concentra nessa área atividades como o projeto, aperfeiçoamento, implantação e avaliação de tarefas, sistemas de trabalho, produtos, ambi-entes e sistemas para torná-los compatíveis com as necessidades, habilidades e capacidades das pessoas visando a melhor qualidade e produtividade, preser-vando a saúde e integridade física. Pode-se afirmar que esta área trata da tecnologia da interface máquina - ambiente - homem – organização.

Nesta seção discute-se o papel da ergonomia nos sistemas industriais, suas relações e as principais dimensões de analise, sendo estas a física, cognitiva e organizacional, as quais compõem parte do contexto dos sistemas de produção.

ERGONOMIA E QUALIDADE DE VIDA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Sumário do Capítulo

ERGONOMIA E QUALIDADE DE VIDA NOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Eugenio Andrés Díaz Merino
Clarissa Stefani Teixeira

Resumo

A produção de bens e serviços vem aprimorando seus processos com a finalidade de alcançar o máximo de eficiência e eficácia, buscando uma relação de custo e beneficio que permita seu desenvolvimento. Neste escopo se tornam evidentes os macro e micro relações que são estabelecidas entre a produção e os sistemas que fazem parte dela, incluindo o fator humano, inserido em sistemas produtivos. Considerando estas premissas, pretende-se discutir o papel da ergonomia nos sistemas industriais, suas relações e as principais dimensões de analise, sendo estas a física, cognitiva e organizacional. Finalmente são apontadas as relações junto à qualidade de vida e seus reflexos nos sistemas produtivos.

Palavras-chave: ergonomia; sistemas de produção; qualidade de vida; dimensão física, dimensão cognitiva; dimensão organizacional.

1. O conceito da ergonomia e a qualidade de vida no trabalho

O surgimento da Ergonomia se constitui de uma abordagem do trabalho humano e suas interações no contexto social e tecnológico, com vistas para a mostra da complexidade da situação de trabalho e da multiplicidade de fatores envolvidos nas práticas profissionais (ABRAHÃO e PINHO, 2002). Assim, as contribuições da ergonomia enquanto área de interesse para melhorias abrange não apenas o trabalho executado com máquinas e equipamentos, utilizados para transformar os materiais, mas também em toda a situação que ocorre o relacionamento entre o homem e uma atividade produtiva (IIDA, 2005). Além disso, segundo Dul e Weerdmeester (1998) no projeto de trabalho e nas situações cotidianas a ergonomia focaliza o homem. Abrahão e Pinho (2002) consideram como critério de avaliação do trabalho em Ergonomia três eixos: 1) a segurança; 2) a eficiência; e 3) o bem-estar dos trabalhadores nas situações de trabalho. Portanto, segundo os mesmos autores, a ergonomia busca estabelecer uma articulação entre estes eixos visando uma solução de compromisso nas suas propostas.

Mesmo assim, a ergonomia, segundo Abrahão e Pinho (1999) ainda não possui um corpo acabado de conhecimentos próprios. Segundo os autores, a literatura aponta a necessidade da construção de um corpo de conhecimentos teóricos, que contemple a noção de trabalho, de homem, e da relação com o trabalho, construídos pelos ergonomistas a partir de sua prática, e depois confrontados com outras disciplinas. Para a área, diferentes definições foram dadas ao longo do tempo e, algumas destas podem ser observadas no Quadro1 a seguir

Autor	Conceito de Ergonomia
Murrell (1965)	Estudo científico da relação entre o homem e seu ambiente de trabalho. Neste sentido, o termo meio ambiente abrange não só o ambiente de trabalho, mas também suas ferramentas e materiais, seus métodos de trabalho e organização do trabalho, seja individual ou em grupo. Todos estes estão relacionados com a natureza do próprio homem; de suas habilidades, capacidades e limitações.
Meister (1989)	Estudo de como os seres humanos realiza as tarefas relacionadas ao trabalho no contexto da operação do sistema homem-máquina e como as variáveis comportamentais afetam a realização do trabalho.
Montmollin (1990)	Considera a ergonomia sob duas correntes principais, que se complementam. A primeira corrente, a mais antiga e mais americana, considera a ergonomia como a utilização das ciências para melhorar as condições do trabalho humano. A segunda corrente, mais recente e mais européia, considera a ergonomia como o estudo específico do trabalho humano com a finalidade de melhorá-lo.
Sanders e McCormick (1993)	Aplica-se as informações sobre o comportamento humano, capacidades, limitações e características para a concepção de ferramentas, máquinas, tarefas, trabalhos e ambientes para a produção, utilização segura, confortável e eficaz.
Laville (1977)	Conjunto de conhecimentos científicos interdisciplinares relativos ao homem e necessários à concepção de instrumentos, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo de conforto, segurança e eficiência.
Dul e Weerdmeester (1998)	Se aplica ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas, com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.
Grandjean (1998)	Conceituada como a ciência da configuração de trabalho adaptada ao homem e seu objetivo é o desenvolvimento de bases científicas para a adequação das condições de trabalho às capacidades e à realidade das pessoas que realizam o trabalho.
Moraes e Mont'Alvão (1998)	Tecnologia projetual das comunicações entre homens e máquinas, trabalho e ambiente.

Quadro 1-Conceituações dos diferentes autores de livros de Ergonomia utilizados para a definição da área.

Para realizar o estudo ergonômico das condições de trabalho têm-se os métodos e técnicas das duas abordagens conhecidas da Ergonomia, sendo elas a franco-belga e a anglo-saxônica. Segundo Montmollin (1990) a franco-belga observa o ser humano como "[...] singular, que só pode ser compreendido na inter-relação que se estabelece no contexto do trabalho [...]" e tem como método a Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Segundo Guérin et al., (2001) este método comporta cinco etapas de importância e de dificuldades diferentes: 1) análise da demanda, 2) análise da tarefa, 3) análise da atividade, 4) diagnóstico e 5) recomendações ergonômicas.

Na abordagem anglo-saxônica Montmollin (1990) esclarece que o ser humano é observado de forma estática, generalizável e, muitas vezes, abstraído do contexto do trabalho. Seus métodos e técnicas privilegiam experimentos em laboratório, aplicação de checklists, questionários, planilhas, softwares e prevalecem as medidas quantitativas (GUIMARÃES, 2007).

Ferreira e Donatelli (2001) reuniram os livros associados à Ergonomia que podem ser lidos na versão em português, entre os anos de 1972-2001. Os autores mostraram que na língua são 18 livros que vem sendo atualizados nos últimos anos, dentre eles, pode-se dizer que aos oito livros existentes em 1989 se acrescentaram (até fevereiro de 2001, data do levantamento dos autores), apenas mais oito, sendo três traduções e cinco obras de brasileiras. Atualmente, pode ser observada uma maior tendência de estudos associados ao tema, principalmente no que se refere a artigos científicos.

A definição em si da Ergonomia é indicada como derivação das palavras gregas ERGON (trabalho) e NOMOS (regras), ou seja, a Ergonomia pode ser considerada como o estudo das leis do trabalho. Nos Estados Unidos também se utiliza como sinônimo human factor (fatores humanos) (DUL e WEERDMEESTER, 1998).

No Brasil, a Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO (www.abergo.org.br) adota a classificação do entendimento em Ergonomia como o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não-dissociativa, a segurança, o conforto, o bem-estar e a eficácia das atividades humanas (ABERGO, 2009). No âmbito internacional, a Associação Internacional de Ergonomia (International Ergonomics Association) (www.iea.org.br) conceitua a Ergonomia e suas especializações. Para a Associação, a Ergonomia é a disciplina científica que estuda as interações entre os seres humanos e outros elementos do sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visem otimizar o bem-estar humano e o desempenho global dos sistemas (IEA, 2009).

Assim, podem ser identificados três domínios de especialização da área que abordam as características específicas para cada sistema, assim como ilustra a Figura 1. Estes domínios se relacionam à Ergonomia organizacional, cognitiva e física.

Ergonomia Organizacional

No que concerne a otimização dos sistemas Sócio-técnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e processos.

Ergonomia Cognitiva

No que concerne os processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio, e resposta motora, conforme afetam interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.

Ergonomia Física

No que concerne as características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação à atividade física.

Fonte: Adaptado da Associação Internacional de Ergonomia

Figura 1- Domínios especializados da ergonomia, segundo a Classificação Internacional de Ergonomia.

Os tópicos relevantes das investigações organizacionais, cognitivas e físicas indicadas pela Associação Internacional de Ergonomia estão ilustrados na Figura 2 (IEA, 2009).

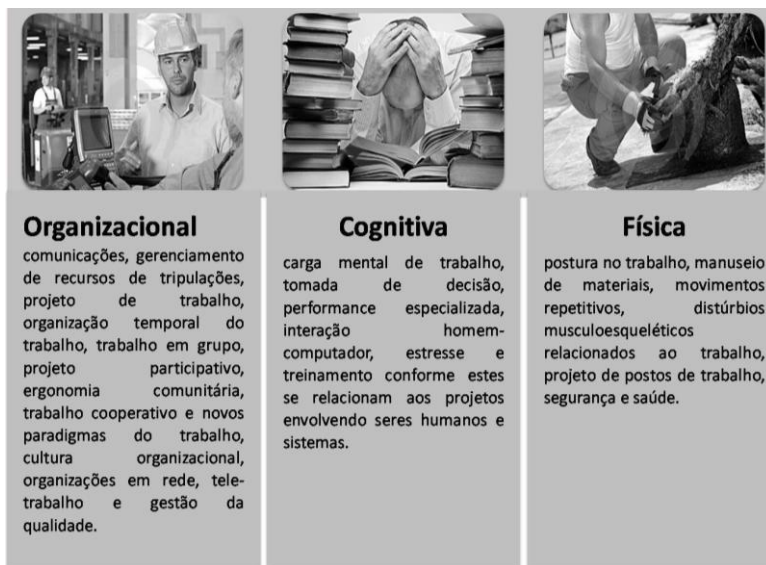



Figura 2 - Tópicos relevantes das investigações organizacionais, cognitivas e físicas.

Para cada especialização da Ergonomia, diversificados são os instrumentos de avaliações. Assim, muitos meios científicos buscam a compilação dos métodos de avaliação em Ergonomia facilitando a busca destes instrumentos. Como exemplo, pode-se citar a Universidade Politécnica de Valência (UPV) que possibilita aos profissionais de Ergonomia a investigação de diferentes aspectos ergonômicos dos postos de trabalho (http://www.ergonautas.upv.es/). No Brasil, há uma tendência em se realizar facilidades como estas, porém a utilização não é livre e pode ser encontrada em softwares específicos, como o Ergolândia(http://www.fbfsistemas.com/ergonomia.html), o ERA – Análise de Riscos Ergonômicos (http://www.ergobrasil.com/loja/produto.cfm?cod=4) e o OCRA (Occupational Repetitive Actions) (http://www.escolaocra.com.br/software.asp).

Mesmo com a existência de materiais informatizados para as avaliações, é possível se utilizar de diferenciados instrumentos ou de um único instrumento dependendo da situação de trabalho. O LEST, por exemplo, criado pelo Laboratório de Economia e Sociologia do Trabalho visa avaliar as condições de trabalho, estabelecer um diagnóstico final e indicar se cada um dos cenários considerados na posição é satisfatória, irritantes ou prejudiciais ao trabalhador. Este método vem sendo considerado como sendo global e abarca aspectos gerais do trabalho. O LEST considera cinco dimensões para as avaliações, sendo elas: ambiente físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociais e horários de trabalho. Os dados são inseridos em um sistema de pontuação que variam de zero a 10, sendo consideradas pontuações de satisfatórias á nocivas ao trabalhador. Porém, nem todas as avaliações permitem todas as especialidades da Ergonomia, e alguns instrumentos visam avaliar especificamente a Ergonomia física, cognitiva e/ou organizacional.

Os instrumentos mais citados pela literatura para o desenvolvimento de trabalhos científicos, na área da Ergonomia física, são a equação NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) que busca determinar o limite de peso recomendado para não gerar prejuízos para a coluna lombo-sacra durante o levantamento determinando também o índice de levantamento que indicará se o risco ao trabalhador é baixo, moderado ou alto (WATERS et al., 1993) e o RULA (*Rapid Upper Limb Assessement*) de McAtammey e Corlett (1993) que busca avaliar os membros superiores e verificar a necessidade de modificações no posicionamento do corpo durante as atividades de trabalho indicando se a postura está aceitável ou se modificações são necessárias. O REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) é outro instrumento que permite a análise conjunta das posições tomadas pelos membros superiores (braço, antebraço, punho), tronco, pescoço e membros inferiores (HIGNETT e MCATAMMEY, 2000). Define também outros fatores considerados determinantes para a avaliação final da postura, como a carga ou força, o tipo de atividade muscular desenvolvida pelo trabalhador, etc. Permite avaliar posturas estáticas e dinâmicas e incorpora como novidade, a

possibilidade de declarar a existência de mudanças bruscas de postura ou de posições instáveis. Ao final, se obtém a pontuação do instrumento, o nível de ação com seus respectivos níveis de riscos e necessidade de ação a ser tomada.

Além disso, o OWAS (*Ovako Working Analysis System*) pode ser citado e é um método que se baseia nos resultados de observação das várias posições tomadas pelo trabalhador no decurso da missão, a fim de identificar até 252 posições diferentes, como resultado das combinações possíveis da posição de costas (quatro posições), braços (três posições), pernas (sete posições) e carga levantada (três intervalos). Após a avaliação, são determinadas quatro categorias de riscos e seus consequentes efeitos sobre o sistema musculoesquelético, assim como a ação corretiva para cada situação (KARhU, KANSI e KUORINKA, 1977).

A presença de queixas musculoesqueléticas também vem sendo considerada como importante para as avaliações, uma vez que se associam aos afastamentos do trabalho e a incidência de registros na CAT - Comunicação de Acidentes do Trabalho. Para tanto, o instrumento do mapa corporal vem sendo utilizado e proporciona informações que vão além da localização dos sintomas musculoesqueléticos, informando a intensidade das queixas, a incidência dos acometimentos nos últimos sete dias e 12 meses e, os afastamentos das atividades em função das queixas (KUORINKA et al., 1987; PINHEIRO, TRÓCCOLI e CARVALHO, 2002; ENGQUIST, OBAEK e JAKOBSSON, 2004).

Na área organizacional, o suporte organizacional pode ser verificado por meio da escala de Oliveira-Castro, Pilati e Borges-Andrade (1999) que busca investigar a gestão de desempenho; a carga de trabalho; o suporte material; as práticas organizacionais de ascensão, promoção e salários. Além disso, a satisfação e a motivação também são importantes no ambiente de trabalho. Assim, Martins e Santos (2006) adaptaram e validaram a escala de satisfação no trabalho e esta engloba quatro fatores de satisfação com o trabalho, sendo 1) com o reconhecimento profissional; 2)

com a utilidade social da organização e do trabalho; 3) com o suporte organizacional;4) com o relacionamento afetivo no trabalho. Com este mesmo questionário, é possível identificar os fatores de insatisfação (com a falta de suporte social e com a sobrecarga de trabalho). A motivação com as atividades desenvolvidas no trabalho pode ser verificada por meio do questionário de Ferreira et al. (2006) que identifica a motivação associada com a organização do trabalho, com realização e poder, com o desempenho e com o envolvimento.

Considerando a Ergonomia cognitiva os instrumentos que vem sendo utilizados focam principalmente o estresse, a ansiedade e a depressão dos trabalhadores. Para a investigação do estresse o questionário de Alves et al., (2004) vem sendo considerado como um modelo de referência para o estudo do estresse relacionado ao trabalho e privilegia duas dimensões psicossociais no trabalho: o controle sobre o trabalho e a demanda psicológica advinda do trabalho. A investigação da ansiedade pode ser realizada por meio da escala de ansiedade de Beck (Beck Anxiety Inventory) que é composta por 21 itens que refletem somaticamente, afetivamente e cognitivamente os sintomas característicos de ansiedade. Já a depressão, pode ser avaliada por meio do inventário de Beck para depressão (BECK et al., 1961).

A Ergonomia em todas as suas especializações visa o desenvolvimento de associações tanto ao contexto de trabalho quanto aos casos de saúde e doenças dentro das organizações. A mecanização e automatização do trabalho, tão comum hoje, relacionadas ao desenvolvimento tecnológico conseguido ao longo dos anos, muitas vezes, afetaram negativamente o estilo de vida do indivíduo (MACIEL, 2007). Além disso, o estilo de vida e consequentemente a prática de algum tipo de exercício também é influenciado pelo nível pessoal (interesses, tempo, medos, idade, sexo, nível socioeconômico), mas também no ambiente social (família, cultura, clima social) e do ambiente físico: natural (praias, lagos, planícies) ou construído (calçadas, ciclovias, pistas de caminhada).

O estudo de Salles-Costa et al. (2003) indicou, por exemplo, uma prevalência de inatividade física, principalmente relacionada às atividades de lazer. De fato, apesar de sua relevância e das indicações de redução das taxas de mortalidade e morbidade, por doenças cardiovasculares (PAFFENBARGER et al., 1978), diabetes, dislipidemias (PAFFENBARGER e HALE, 1975), como também no aumento da auto-estima e redução da depressão e do isolamento social (GAUVIN e SPENCE, 1996), há em diversos países diminuição da realização de exercícios físicos (MARTINEZ-GONZALEZ et al., 1999; TROIANO et al., 2001).

Porém, no ambiente de trabalho, cabe as empresas em investir em maiores esclarecimentos dos benefícios de um estilo de vida ativo. Não só isso, mas a motivação e desempenho dentro das organizações estão relacionados à qualidade de vida, e segundo Chaves (2001) esta abrange as relações de trabalho, trabalhadores e organizações, assim como pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Qualidade de vida e as relações entre trabalho, trabalhadores e organizações.

Similar ao conceito de qualidade de vida, a qualidade de vida no trabalho (QVT) também apresenta uma imprecisão conceitual (TEIXEIRA et al., 2009) e segundo Lacaz (2000) vem sendo normalmente relacionada às práticas empresariais de qualidade total e sua discussão ganhou importância no pós-guerra pelo Plano Marshall de reconstrução da Europa, no qual os Estados Unidos buscou, a partir de investimentos financeiros, alavancar a economia dos países aliados na Europa. Teixeira et al. (2009) esclarecem que sua origem deu-se nos estudos de *Eric Trist* e colaboradores na década de 50 na Inglaterra, no qual estudavam um modelo macro para agrupar o trinômio indivíduo/trabalho/organização. Rodrigues (1995) afirma que as preocupações com as condições de trabalho e influência destas na produção e moral do trabalhador vieram a ser estudadas de forma mais clara somente com a sistematização dos métodos de produção nos séculos XVIII e XIX.

Na década de 60 o assunto ganhou impulso a partir de uma maior conscientização dos trabalhadores e das responsabilidades sociais da empresa objetivando um último plano para atingir altos níveis de produtividade, mas sem esquecer a motivação e satisfação do indivíduo. Apesar disso, as preocupações com qualidade de vida no trabalho foram em muitos momentos esquecidas frente às mudanças do mercado, a economia internacional e a necessidade de mudanças das formas de produção (RODRIGUES, 1995).

A partir dos anos 80 houve uma tendência que fundamentou a qualidade de vida no trabalho na maior participação do trabalhador na empresa, na perspectiva de tornar o trabalho mais humanizado, vendo os trabalhadores como indivíduos ativos dentro do contexto da produção, sendo que sua realização pessoal está baseada no desenvolvimento e aprofundamento de suas potencialidades enquanto trabalhador e ser humano. Até então a preocupação sobre prevenção dos acidentes e doenças tidos como diretamente relacionados ao trabalho era o foco principal. A superação disso, veio na discussão de outros tipos de agravos relacionados principalmente à saúde do trabalhador e que não pareciam diretamente ligados ao trabalho (LACAZ, 2000)

Com as características do mundo atual, pode-se dizer que cada vez mais as empresas que desejem sobreviver e perpetuar-se deverão investir nas pessoas. Isto representa maior produtividade, menores custos de assistência médica, melhor e maior satisfação interna, melhor imagem externa e maiores lucros.

Os prejuízos em não manter um indivíduo saudável dentro das organizações repercurtem tanto nas questões sociais quanto nas questões econômicas para o Estado, empresas e indivíduo. Para a empresa, há redução no número de trabalhadores e de horas trabalhadas, o que provoca uma perda na produção e na qualidade do serviço; para o Estado, no Brasil, as despesas recaem sobre o Ministério da Previdência Social que, por meio do Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), tem a missão de garantir o direito à previdência social. Esta é definida como um seguro social destinado a reconhecer e conceder direitos aos segurados, cujas contribuições destinam-se ao custeio de despesas com vários benefícios, sendo entre eles, a compensação pela perda de renda quando o trabalhador encontra-se impedido de trabalhar por motivo de doença, invalidez, idade avançada, morte, desemprego involuntário, maternidade ou reclusão (DE LUCCA, 1994; CANDEIAS, 1997; SANTANA et al., 2006); para o indivíduo trabalhador, há sofrimento, levando-o a um nível de incapacidade não só para o trabalho, mas para grande parte das atividades cotidianas e sociais (DE VITTA, BERTAGLIA e PADOVANI, 2008). Guérin et al. (2001) complementa ainda que as consequências para os trabalhadores alastram-se em sua vida profissional, social e econômica.

Para Silva e Marchi (1997) as ações de implementação de programas de qualidade de vida podem alcançar benefícios que contemplam tanto o próprio trabalhador quanto a empresa, assim como ilustra a Figura 4. Além disso, os mesmos autores inferem ganhos relacionados à saúde, estilo de vida, disposição geral, educação nutricional e riscos cardíacos.

Figura 4 – Benefícios com a implementação de programas de qualidade de vida. Adaptado de Silva e Marchi (1997).

Assim, as preocupações da qualidade de vida no trabalho ganha cada vez mais destaque nos debates corporativos, visto que a saúde dos trabalhadores se relaciona de forma direta na "saúde da empresa". Porém, mesmo com estas indicações há evidencias de que apenas 4% das empresas brasileiras mantêm programas de qualidade de vida para seus funcionários. Isso reflete diretamente na economia empresarial, que em 2009 no Brasil apresentou cerca de 747.663 acidentes e doenças profissionais referente apenas aos trabalhadores segurados da previdência.

Assim, ainda são necessárias implementações nas organizações com foco para a qualidade de vida. As avaliações que avaliam a qualidade de vida e que se vem sendo utilizadas em larga

escala, tanto nacionalmente como internacionalmente é o instrumento criado pelo World Health Organization Quality of Life e traduzido e validado para o Brasil por Fleck et al. (2000), chamado de Whoqol-bref. A Organização Mundial da Saúde desenvolveu o Whoqol buscando um instrumento que avaliasse a qualidade de vida de forma global e que pudesse ser utilizado por diferentes culturas considerando o conceito de qualidade de vida da Organização e que esse é subjetivo, multidimensional e que inclui elementos de avaliação tanto positivos como negativos (FLECK et al., 1999). O Whoqol-bref é formado por 26 questões e considera as informações das duas últimas semanas, incluindo os domínios físico, psicológico, social e ambiental, sendo cada domínio formado por facetas específicas.

Além disso, a capacidade para o trabalhado também vem sendo avaliada, por meio do questionário validado por Martinez, Latorre e Fischer (2009). O instrumento permite avaliar a capacidade para o trabalho a partir da percepção do próprio trabalhador, por meio de 10 questões sintetizadas em sete dimensões: 1) capacidade para o trabalho atual; 2) capacidade para o trabalho em relação às exigências do trabalho, por meio de duas questões sobre a natureza do trabalho (físico, mental ou misto); 3) número atual de doenças diagnosticadas por médicos: a partir de uma lista de 51 doenças; 4) perda estimada para o trabalhador devido a doenças; 5) faltas ao trabalho por doenças: obtida a partir de uma questão sobre o número de faltas, categorizada em cinco grupos; 6) prognóstico próprio sobre a capacidade para o trabalho; 7) recursos mentais (TUOMI et al., 2005).

Mesmo que no Brasil a discussão da qualidade de vida no trabalho seja recente, algumas avaliações vem sendo realizadas por meio dos modelos de Walton (1973), Hackman e Oldham (1975), Westley (1979), Werther, Davis (1983), Nadler e Lawler (1983). Recentemente, Timossi et al. (2009) adaptaram o modelo de avaliação da qualidade de vida no trabalho proposto por Walton, que é o mais aceito e utilizado pelos pesquisadores brasileiros. Assim o instrumento apresenta oito critérios como à compensação

justa e adequada, as condições de trabalho, o uso das capacidades, oportunidades, integração social, constitucionalismo, trabalho e vida e relevância social.

2. Considerações Finais

O desenvolvimento econômico e tecnológico necessário para o crescimento de organizações e conseqüentemente das nações vem, vem exigindo de todos os atores do processo esforços significativos, tendo em vista a competitividade cada vez mais acirrada. Neste sentido se torna urgente uma maior e melhor compreensão do fator humano inserido dentro das organizações, visando a preservação da saúde física e mental, bem como a conseqüente possibilidade de melhoria do sistema como um todo, partindo do pressuposto que melhores condições de trabalhão poderão de igual forma propiciar melhorias significativa na produtividade e qualidade de produtos e serviços. Neste sentido, procurou-se relacionar a ergonomia as três dimensões básicas de analise: física, cognitiva e organizacional. Cada uma delas apresentou elementos que permitiram verificar seus reflexos no desempenho de sistemas produtivos, se posicionando como fatores estratégicos, juntamente com a apresentação de técnicas e ferramentas que permitem sua analise, provendo as organizações de informações mais confiáveis para adequar da melhor forma possível as condições de trabalho as capacidades e limitações do ser humano. Finalmente, e não menos importante, a qualidade de vida se apresenta como um fator diferenciador, necessário de ser considerado por todas as organizações.

Referências

ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. Classificação do entendimento em Ergonomia. Disponível em: <www.abergo.org.br>. Acesso em 03 ago. 2009.

ABRAHÃO, J. I.; PINHO, D. L. M. As transformações do trabalho e desafios teórico-metodológicos da ergonomia. Estudos de Psicologia, v. 7, p. 45-52, 2002.

ABRAHÃO, J. I.; PINHO, D. L. M. Teoria e prática ergonômica: seus limites e possibilidades. Escola, Saúde e trabalho: estudos psicológicos. In: PAZ, M. G. T.; TAMAYO, A. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999. p. 229-240.

ALVES, M. G. M.; CHOR, D.; FAERSTEIN, E.; LOPES, C. S.; WERNECK, G. L. Versão resumida da “job stress scale” adaptação para o português. Revista de Saúde Pública, v. 38, n. 2, p. 164-71, 2004.

BECK, A. T.; WARD, C. H.; MENDELSON, M.; MOCK, J.; ERBAUGH, J. An inventory for measuring depression. Archives of General Psychiatry, v. 4, p. 561-571, 1961.

BECK, A.T.; BROWN, G.; EPSTEIN, N.; STEER, R. A. An Inventory for Measuring Clinical Anxiety. Journal of Consulting and Clinical Psychology, v. 56, p. 893-897, 1988.

CANDEIAS, N. M. F. Conceitos de educação e de promoção em saúde: mudanças individuais e mudanças organizacionais. Revista de Saúde Pública, v. 31, n. 2, p. 209-13, 1997.

CHAVES, L. F. Fatores humanos e organizacionais do trabalho. Porto Alegre: UFRGS/ PPGEP, 2001. 48-52 p.

DE LUCCA, S. R. Os acidentes do trabalho no Brasil – algumas implicações de ordem econômica, social e legal. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 22, n. 81, p. 7-14, 1994.

DE VITTA, A.; BERTAGLIA, R. S.; PADOVANI, C. R. Efeitos de dois procedimentos educacionais sobre os sintomas musculoesqueléticos em trabalhadores administrativos. Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 12, n. 1, p. 20-5, 2008.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. Ergonomia prática. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998, 147p.

ENGQUIST, K.; ORBAEK, P.; JAKOBSSON, K. Musculoskeletal pain and impact on performance in orchestra musicians and actors. Medical Problems of Performing Artists, v. 19, n. 2, p. 55-61, 2004.

FERREIRA, A.; DIOGO, C.; FERREIRA, M.; VALENTE, A. C. Construção e validação de uma Escala Multi-Factorial de Motivação no Trabalho (Multi-Moti). Comportamento Organizacional e Gestão, v. 12, n. 2, p. 187-198, 2006.

FERREIRA, L. L.; DONATELLI, S. Ergonomia: o que há para se ler em português. Ação Ergonômica, v. 1, n. 2, p. 25-34, 2001.

FLECK, M. P. A., LOUZADA, S., XAVIER, M., CHACHAMOVICH, E., VIEIRA, G., SANTOS, L.; PINZON, V. Aplicação da versão em português do instrumento abreviado da qualidade de vida "Whoqol-bref". Revista de Saúde Pública, v. 34, n. 2, p. 178-83, 2000.

FLECK, M. P. A.; LOUZADA, S.; XAVIER, M.; CHACHAMOVICH, E.; VIEIRA, G.; SANTOS, L.; PINZON, V. Aplicação da versão em português do instrumento de avaliação de qualidade de vida da Organização Mundial da Saúde (Whoqol-100). Revista de Saúde Pública, v. 33, n. 2, p. 198-205, 1999.

GAUVIN, L.; SPENCE, J. C. Physical activity and psychological well-being: Knowledge base, currents issues and caveats. Nutrition Reviews, v. 54: p. S53-S65, 1996.

GRANDJEAN, E. Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 338p.

GUÉRIN, F.; LAVILLE, A.; DANIELLOU, J. DURAFFOURG, A. Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. São Paulo: Edgard Blücher: Fundação Vanzolini, 2001. 224p.

GUIMARÃES, M. C. “Só se eu arrumasse uma coluna de ferro pra agüentar mais...” – Contexto de produção agrícola, custo humano do trabalho e vivências de bem-estar e mal-estar entre trabalhadores rurais. 2007. 237f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Programa de Pós-Graduação em Psicologia – UnB. Brasília. 2007.

HACKMAN, J. R.; OLDHAM, G. R. Development of job diagnostic survey. Journal of Applied Psychology, v. 60, n. 4, p. 159-170, 1975.

HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L. Rapid entire body assessment (REBA), Applied Ergonomics, v. 31, p. 201-205, 2000.

IEA. International Ergonomics Association. Domínios especializados da ergonomia. Disponível em: <http://www.acaoergonomica.ergonomia.ufrj.br/edicoes/vol2n1/artigos/1.pdf>. Acesso em 03 ago. 2009.

IIDA, Í. Ergonomia projeto e produção. São Paulo: Edgar Blucher, 2005. 614p.

KARHU, O.; KANSI, P.; KUORINKA, I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. Applied Ergonomics, v. 8, n. 4, p. 199-201, 1977.

KUORINKA, I; JONSSON, B; KILBON, A.; BIERING-SORENSEN, F.; ANDERSSON, G; VINTERBERG, H.; JORGENSEN, K. Standardized nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics, v. 18, n. 3, p. 233-37, 1987.

LACAZ, F. A. C. Qualidade de vida no trabalho e saúde/doença. Ciência & Saúde Coletiva, v. 5, n. 1, p. 151-161, 2000.

LAVILLE, A. Ergonomia. Tradução Márcia Maria Neves Teixeira. São Paulo: EPU- Universidade de São Paulo, 1977. 99p.

MACIEL, M. G. Análise da relação entre o estilo de vida e a percepção subjetiva da fadiga em trabalhadores para a implantação da ginástica laboral. Cinergis, v. 8, n. 1, p. 18-24, 2007.

MARTINEZ-GONZALEZ, M. A.; MARTINEZ, J. A.; HU, F. B.; GIBNEY, M. J.; KEARNEY, J. Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. International Journal of Obesity Related Metabolism Disorders, v. 23, p. 1192-1201, 1999.

MARTINEZ, M. C.; LATORRE, M. R. D. O.; FISCHER, F. M. Validade e confiabilidade da versão brasileira do Índice de Capacidade para o Trabalho. Revista de Saúde Pública, v. 43, n. 3, p. 525-532, 2009.

MARTINS, M. C. F.; SANTOS, G. E. Adaptação e validação de construto da Escala de Satisfação no Trabalho. Psico-USF, v. 11, n. 2, p. 195-205, 2006.

MCATAMNEY, L. AND CORLETT, E.N. RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics, v. 24, p. 91–99, 1993.

MEISTER, D. Conceptual aspects of human factors. Johns Hopkins University Press: Baltimore, 1989.

MONTMOLLIN, M. A Ergonomia. Paris: La Découverte, 1990. 160p.

MORAES, A.; MONT'ALVÃO, C. Ergonomia: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: 2AB Editora LTDA, 1998, 119p.

MURRELL, K. F. H. Human performance in industry. Reinhold publishing: New York, 1997.

NADLER, D. A.; LAWLER, E. E. Quality of work life: perspectives and directions. Organizational Dynamics, v. 11, n. 3, p. 20-30, 1983.

OLIVEIRA-CASTRO, G. A.; PILATI, R.; BORGES-ANDRADE, J. E. Percepção de suporte organizacional: desenvolvimento e validação de um questionário. Revista de Administração Contemporânea, v. 3, n. 2, P. 29-51, 1999.

PAFFENBARGER Jr., R. S.; HALE, W. E. Work activity and coronary heart disease. New England Journal of Medicine, v. 292, p.545-550, 1975.

PAFFENBARGER, R. S.; WING, A. L.; HYDE, R. T. Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. American Journal of Epidemiology, v. 108, p.161-175, 1978.

PINHEIRO, F .A.; TRÓCCOLI, B. T. e PAZ, M. G. T. Aspetos Psicossociais dos Distúrbios osteomusculares (DORT/LER) Relacionados ao Trabalho. In: MENDES, A. M.; BORGES, L. O.; FERREIRA. M.C. (Org.), Trabalho em Transição Saúde em Risco, Brasília: UnB/FINATEC, p.65- 85, 2002.

RODRIGUES, M. V. C. Qualidade de vida no trabalho: evolução e análise no nível gerencial. Petrópolis: Vozes, 1995.

SALLES-COSTA, R.; HEILBORN, M. L.; WERNECK, G. L.; FAERSTEIN, E.; LOPES, C. S. Gênero e prática de atividade física de lazer. Cadernos de Saúde Pública, v. 19, sup. 2, p. 325-333, 2003.

SANDERS, M. S.; MCCORMICK, E. J. Human factors engineering and design. McGraw-Hill: New York, 1993.

SANTANA, V. S.; ARAUJO-FILHO, J. B.; ALBUQUERQUE-OLIVEIRA, P. R.; BARBOSA-BRANCO, A. Acidentes de trabalho: custos previdenciários e dias de trabalho perdidos. Revista de Saúde Pública, v. 40, n. 6, p. 1004-1012, 2006.

SILVA, M. A. D. S.; MARCHI, R. Saúde e qualidade de vida no trabalho. Círculo do Livro: São Paulo, 1997.

TEIXEIRA, C. S.; PEREIRA, É. F.; ROCHA, L. S.; SOUZA, A.; MERINO, E.A. D. Qualidade de vida e saúde do trabalhador: discussão conceitual. Lecturas Educación Física y Deportes, v. 14, n. 136, 2009. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd136/qualidade-de-vida-do-trabalhador.htm>. Acesso em: 23 fev. 2010.

TIMOSSI, L. S.; PEDROSO, B.; PILATTI, L. A. FRANCISCO, A. C. Adaptação do modelo de Walton para avaliação da qualidade

de vida no trabalho. Revista da Educação Física, v. 20, n. 3, p. 395-405, 2009.

TROIANO, R. P.; MACERA, C. A.; BALLARD-BARBASH, R. Be physically active each day. How can we know? Journal of Nutrition, v. 131, p. 451S-460S, 2001.

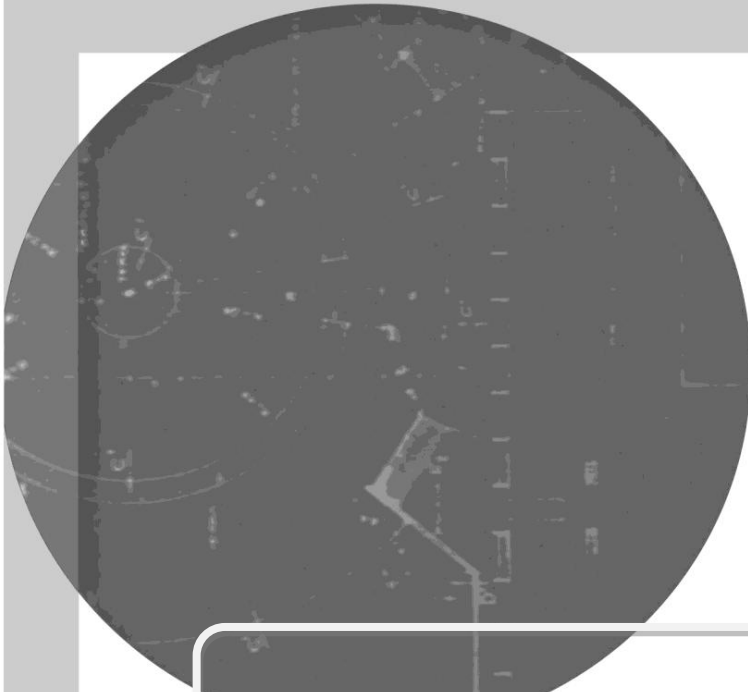
TUOMI, K.; ILMARINEN, J.; JAHKOLA, A.; KATAJARINNE, L.; TULKKI, A. Índice de capacidade para o trabalho. São Carlos: EDUFSCAR; 2005. 59p.

WALTON, R. E. Quality of working life: what is it? Slow Management Review, v. 15, n. 1, p. 11-21, 1973.

WATERS, T. R., PUTZ-ANDERSON, V., GARG, A., FINE, L. J. Revised NIOSH equation for design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics, v. 36, n. 7, p. 749-776, 1993.

WERTHER, W. B.; DAVIS, K. Administração de pessoal e recursos humanos. Tradução de Auriphebo Berrance Simões. São Paulo: McGraw-Hill, 1983.

WESTLEY, W. A. Problems and solutions in the quality of working life. Human Relations, v. 32, n. 2, p. 113-123, 1979.

Logística

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção define-se a Logística como a área que desenvolve e aplica técnicas para o tratamento das principais questões envolvendo o transporte, a movimentação, o estoque e o armazenamento de insumos e produtos, visando a redução de custos, a garantia da disponibilidade do produto, bem como o atendimento dos níveis de exigências dos clientes.

Nesta seção apresenta-se um texto que traz conceitos atualizados da logística empresarial e que também discute estudos de casos relacionados à uma análise logística de dois importantes setores produtivos.

ANÁLISE DE CADEIAS PRODUTIVAS: UMA ABORDAGEM ORIENTADA PELA ANÁLISE DE COMPONENTES DE DESEMPENHO LOGÍSTICO

Sumário do Capítulo

ANÁLISE DE CADEIAS PRODUTIVAS: UMA ABORDAGEM ORIENTADA PELA ANÁLISE DE COMPONENTES DE DESEMPENHO LOGÍSTICO

André Cristiano Silva Melo
Evander Dayan de Mattos Alencar

Resumo

A importância estratégica da logística empresarial torna-se clara quando se pensa em potenciais ganhos em competitividade, por meio de redução de custos e riscos assumidos ou pelo aumento de níveis de serviço gerados nestas operações. Muitos times de trabalho responsáveis pelo gerenciamento de fluxos logísticos assumem a existência de ineficiências associadas a lacunas de conhecimento nessas operações. Nesse contexto, a análise logística de cadeias produtivas é considerada uma das atividades cruciais, já que, por meio de informações sobre os componentes de desempenho logístico é possível identificar relações e impactos de decisões envolvidas nas operações e, assim, buscar um arranjo entre recursos mais adequado ao alcance dos objetivos de um empreendimento. Neste Texto, primeiramente, são revisados na literatura especializada os principais avanços relacionados a tópicos como logística empresarial nas cadeias produtivas e componentes de desempenho logístico. A seguir, sob aspectos diferentes, é feita a análise logística da cadeia produtiva do setor de energia elétrica no Brasil e da cadeia produtiva do setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos na região Amazônica, a partir dos quais são descritos os componentes de desempenho logístico que caracterizam subsistemas e fluxos logísticos relacionados. Finalmente, destacam-se potenciais contribuições da abordagem de análise apresentada para melhorias no desempenho logístico dos setores destacados.

Palavras-chave: Logística Empresarial; Componentes de desempenho logístico; Cadeias produtivas

1. Introdução

De uma forma geral, o mercado mundial atual tem sido marcado por intensa competitividade. A demanda por serviços tem representado significativas parcelas da economia de países industrializados, a escassez de recursos tem tornado mais complexos os processos de suprimento, a globalização, a mudança no comportamento dos consumidores, o surgimento de novos segmentos de mercado (solteiros, idosos ativos, internautas etc.), a redução do ciclo de vida dos produtos, o enfraquecimento das marcas e, finalmente, questões relacionadas à responsabilidade social (meio-ambiente, segurança e saúde) vem, progressivamente, exigindo que as organizações adquiram e desenvolvam novas competências para conquistar e manter clientes (BALLOU, 2001; FERRAES NETO, 2001). Ampliam-se, assim, as dimensões da competitividade, a qual deixa de ser regional para ser global. A concorrência passa, então, a acontecer entre cadeias produtivas e não mais entre empresas isoladas.

Neste contexto, as vantagens e diferenciais competitivos são cada vez mais efêmeros. Aliado a isso, as mudanças ocorridas no ambiente de negócios brasileiros na década de 90, impuseram novos paradigmas para o gerenciamento empresarial. A abertura da economia, a sua estabilização e a presença cada vez mais marcante de negócios com abrangência global exigiram a substituição do antigo modelo de gerenciamento empresarial, baseado em produtividade, por um novo modelo, baseado em competitividade (RODRIGUEZ, 2002).

Assim, por uma simples questão de sobrevivência, cada vez mais as organizações vem buscando a diferenciação e o estabelecimento de vantagens competitivas em relação à concorrência. Para isso, cada empreendimento tem procurado encontrar o seu próprio caminho. Porém, entre muitos casos, um ponto comum tem sido observado: a opção pela Logística Empresarial como área de conhecimento capaz de gerar diferenciais competitivos e sustentabilidade empresarial (FERRAES NETO, 2001). O grande desafio tem sido propor estratégias logísticas capazes de

identificar necessidades e considerar especificidades de cada região, segmento de mercado, cliente ou operação. Muitas vezes, a adequação de estratégias logísticas é conduzida por soluções inovadoras, quase sempre concebidas por meio da análise de cadeias produtivas na essência dos recursos logísticos necessários, ou seja, a partir de seus componentes de desempenho logístico.

Este artigo apresenta uma proposta para análise logística de cadeias produtivas baseada na análise de componentes de desempenho logístico, com vistas à identificação de informações capazes de promover o diagnóstico logístico e a implementação estratégias mais adequadas às especificidades de cadeias produtivas, bem como para direcionar políticas governamentais voltadas à melhoria da infra-estrutura logística em suas áreas de abrangência. Neste artigo, a análise de cadeias produtivas orientada pela análise de componentes de desempenho logístico é demonstrada a partir da aplicação nas cadeias produtivas do setor de energia elétrica no Brasil e do setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos na região Amazônica, revelando importantes informações que contribuem para o diagnóstico logístico destes setores, considerados estratégicos ao desenvolvimento, respectivamente, das economias brasileira e amazônica.

2. Importância da Logística Empresarial nas Cadeias Produtivas

Em qualquer setor, é de grande importância conhecer os elos que compõem sua cadeia produtiva e verificar como são estabelecidos seus relacionamentos. Esta análise permite identificar os elos mais fortes e os mais vulneráveis, bem como os gargalos existentes na cadeia, informações estas importantes para fundamentar a intervenção, privada ou pública, tornando-a mais vigorosa e interessante a todos os elos (BNDES, 2008).

De acordo com Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2000) *apud* Fossa e Santos (2008) uma cadeia produtiva é o conjunto articulado de operações econômicas, técnicas, comerciais

e logísticas, das quais resulta um produto ou serviço final; ou, ainda, a sucessão das relações fornecedor/cliente, estabelecidas em todas as operações de produção e comercialização necessárias à transformação de insumos em produtos ou serviços, usados com satisfação pelo cliente final.

Destaque-se que a importância da análise logística nas cadeias produtivas pode, também, ser evidenciada por meio de suas modernas definições. De acordo com Silva (2003) apud Silva (2008) tem-se que:

> Logística é o processo de planejar, implementar, controlar e analisar criticamente [...] a movimentação e o armazenamento de matéria-prima, estoque em processo e produto acabado, de forma eficiente, eficaz e efetiva, com os custos razoáveis, através dos fluxos de materiais, informações, financeiros e reversos, desde o ponto de origem (fornecedores) até o ponto de consumo (clientes), com propósito de atender aos níveis estratégicos de serviços estabelecidos, inclusive o pós-venda, levando em consideração os aspectos de responsabilidade ética, social e ambiental.

Rodríguez *et al.* (2008) ressaltam que a luta acirrada pelos melhores clientes e a tentativa de se relacionar com os melhores fornecedores faz com que áreas antes consideradas periféricas na gestão empresarial passem a ser significativas” Conforme os mesmos autores, uma dessas áreas é a logística, que deixou de ser responsável apenas por transportar mercadorias (centro de custos – visão operacional), e passou a ser determinante para o sucesso de muitas organizações, (centro de lucro – visão estratégica) agregando valor aos produtos, sejam bem, serviços ou uma combinação destes.

Dessa forma, a logística empresarial trata da criação de valor manifestado primariamente em termos de tempo e lugar para os clientes e fornecedores de uma empresa e para todos aqueles que têm nela interesse direto. Ballou (2006) justifica tal proposição ao argumentar que “produtos e serviços não têm valor a menos que

estejam em poder dos clientes quando (tempo) e onde (lugar) eles pretenderem consumi-los”.

3. Componentes de Desempenho Logístico

Razzolini Filho (2006 P.33) afirma que, através da análise e avaliação de desempenho dos seus sistemas logísticos, as empresas poderão atingir seus objetivos mercadológicos e, consequentemente, sobreviver à competitividade em longo prazo.

Nesse sentido, Becker (2007) e, particularmente, Chopra e Meindl (2003) ressaltam componentes logísticos condicionantes ao desempenho de uma cadeia de suprimentos, os quais podem ser concebidos pelos fatores-chave expressos a seguir:

a) Estoques: constituem pilhas de matérias-primas, insumos, bens em processo, componentes e bens acabados que aparecem em vários pontos por todos os canais logísticos e de produção da empresa. Têm como principal função de compensar desequilíbrios ou incertezas entre oferta (suprimentos) e demanda, de modo a proporcionar um melhor serviço ao cliente. São, em geral, encontrados em instalações (armazéns, pátios, chão de fábrica, prateleiras) ou em veículos ao longo da rede e têm custos que podem representar entre 20% e 40% do valor dos bens, sendo, por isso, considerados de grande importância para formação de preços (BALLOU, 2001);
b) Transporte: atividade responsável pelos fluxos de estoques (insumos, bens em processo, componentes e bens acabados), de informações e financeiro entre as instalações nas cadeias de suprimentos, podendo ser executados de vários modos de transporte (rodoviário, ferroviário, aquaviário, aeroviário e dutoviário), combinados ou não, e rotas, cada uma com características particulares de desempenho relacionadas a custos, velocidade, disponibilidade, confiabilidade, capacidade, frequência e segurança, agregando valor de lugar aos produtos, sejam estes bens ou serviços;

c) Instalações: são locais da cadeia de suprimentos onde a maior parte dos processos de agregação de valor são desenvolvidos, ou seja, onde insumos, bens em processo e componentes são convertidos (combinados, transformados, montados) em bens acabados ou onde estes mesmos bens acabados são armazenados, estocados, manuseados e comercializados. Qualquer que seja a função das instalações, as decisões a respeito de localização, flexibilidade, capacidade de armazenamento e produção das mesmas, influenciam significativamente, o desempenho de uma cadeia de suprimentos (CHOPRA E MEINDL, 2003);

d) Informação: consiste em dados ou análises a respeito de estoque, transporte, instalações e clientes, os quais fazem parte da cadeia de suprimentos. Consideram sistemas e tecnologias de informação, englobando recursos humanos, tecnológicos e organizacionais, que agregam valor de qualidade e desempenho. Os sistemas de informação (S.I.) estão associados à forma como são desenvolvidos os processos de agregação de valor (transformação/conversão), ou seja, ao *Modus operandi*, à Arquitetura de negócios, considerando fatores como: empresas, pessoas, relacionamentos, procedimentos, processos, atividades, regras de negócios, culturas de mercados etc., tendo, ainda, seu desempenho diretamente influenciado por tais fatores. Já tecnologias de informação (T.I.) estão associadas à inserção de tecnologias para automatização de processos e, consequentemente, à busca de melhoria de desempenho de S.I.

Estoques, transportes, instalações e informação são considerados componentes de desempenho operacionais, uma vez que decisões referentes a tais fatores, principalmente se tomadas de forma isolada e sem considerar as possíveis relações com os demais componentes, em geral, influenciam o desempenho das operações logísticas. Além disso, de forma isolada, decisões referentes a estes fatores são de pouca ou de difícil percepção por parte dos clientes.

Ratifique-se, diante desses aspectos, que a análise de um sistema logístico, deve, também, fundamentar-se no serviço ao

cliente e, consequentemente, nos custos logísticos inerentes às decisões relacionadas aos processos de negócios desenvolvidos na cadeia de suprimentos. Tanto nível de serviço quanto custos podem ser considerados componentes estratégicos de desempenho logístico, uma vez que são os indicadores gerados a partir destes dois componentes aqueles mais percebidos por clientes e fornecedores.

Ballou (1993) ressalta que o nível de serviço logístico é o resultado líquido de todos os esforços logísticos oferecidos pelos fornecedores aos seus clientes no atendimento dos pedidos. O autor conclui, ainda, que, como o nível de serviço está associado aos custos de prover esse serviço, o planejamento da movimentação de produtos e serviços deve iniciar-se com as necessidades de desempenho dos clientes.

Do ponto de vista da logística, o cliente é a entidade à porta de qualquer destino de entrega e, independentemente da finalidade da entrega, o cliente é o foco e a força motriz para o estabelecimento dos requisitos do desempenho logístico. Em algumas situações, o cliente é uma organização ou um indivíduo que toma posse do bem ou serviço entregue; em outras situações, o cliente é uma instalação diferente da mesma empresa ou um parceiro comercial situado em alguma outra parte da cadeia de suprimentos (BOWERSOX E CLOSS, 2001).

Um empreendimento consegue, portanto, garantir seu sucesso empresarial à medida que entrega ao cliente o bem ou serviço, de modo que ele possa perceber claramente o seu valor. Assim, os estudos relacionados aos sistemas logísticos têm alcançado grande importância estratégica, onde novos conceitos têm ampliado os horizontes de atuação dos empreendimentos com merecido destaque em todo o mundo (KATO, 2003).

4. Análise Logística da Cadeia Produtiva do Setor de Energia Elétrica no Brasil

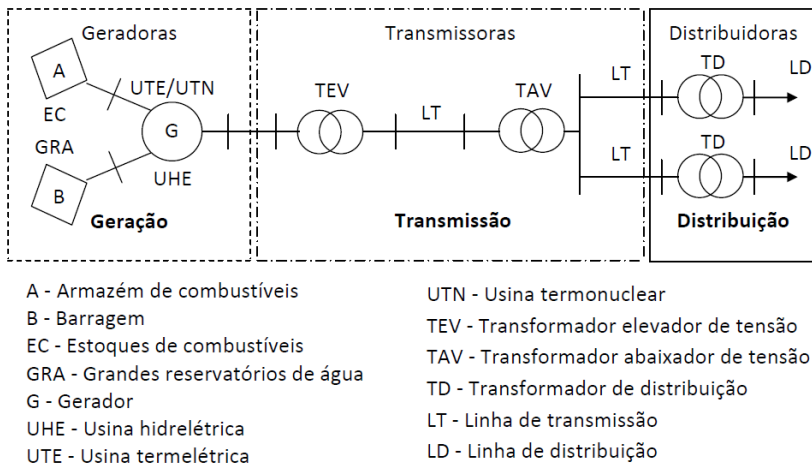
Para o setor de energia elétrica, inicialmente, duas considerações básicas podem ser feitas:

a) Toda produção é destinada à sociedade, qualquer que seja a classe de consumidor;

b) É impossível estocar energia elétrica como produto acabado, tendo-se que utilizá-la exatamente no momento em que esta é produzida

Neste setor o potencial de energia só pode ser estocado, por exemplo, sob a forma de água em reservatórios (Usinas hidrelétricas). Isto é, antes da transformação da energia como insumo (água em desnível) em energia como produto (eletricidade), sendo tal transformação realizada por equipamentos grandes, pesados e caros (transformadores, comportas, turbinas, geradores etc.). Alguns desses, além de movimentados na sua aquisição, precisam ser manuseados em função de manutenção e, ainda, para a realocação de capacidade produtiva entre instalações.

Em geral, os insumos do setor de energia elétrica são recursos que não diferem muito do conjunto necessário a qualquer organização produtiva, incluindo recursos humanos, financeiros, materiais e informacionais. É exatamente desses recursos que se ocupa a logística empresarial, segundo a nova abordagem de gerenciamento da cadeia de suprimentos (GCS). Neste setor, em que o fornecimento ininterrupto da energia deve ser o objetivo, a ênfase recai na logística voltada ao GCS, a partir do qual se obtêm os recursos, sejam da natureza (mananciais de água) ou da indústria (bens de capital). O setor de energia elétrica constitui-se de um ciclo integrado de três macro-funções: geração, transmissão e distribuição. A Figura 1 organiza de forma ilustrativa o ciclo de funções (geração, transmissão e distribuição) do setor.

A - Armazém de combustíveis
B - Barragem
EC - Estoques de combustíveis
GRA - Grandes reservatórios de água
G - Gerador
UHE - Usina hidrelétrica
UTE - Usina termelétrica
UTN - Usina termonuclear
TEV - Transformador elevador de tensão
TAV - Transformador abaixador de tensão
TD - Transformador de distribuição
LT - Linha de transmissão
LD - Linha de distribuição

Fonte: Melo, Ferreira Filho e Cavalcanti Netto (2005)
Figura 1 - Ciclo de Funções do Setor de Energia Elétrica

A partir da análise de fluxos de materiais, bens, equipamentos, informações e energia elétrica, é possível apresentar e analisar a logística do setor, considerando que as atividades e as decisões, a ele associadas, são representadas por dois subsistemas logísticos: o Subsistema de Suporte, relacionado a modelos de suprimento, com decisões, fluxos e atividades que visam manutenção das condições operacionais do setor, no caso a geração, a transmissão e a distribuição de energia elétrica; e o Subsistema Principal, associado a modelos de distribuição, voltado a logística da energia elétrica e relacionado a decisões, fluxos e atividades logísticas específicas, desde a geração, até a distribuição de energia Estes subsistemas são caracterizados em detalhes na Figura 2 e nas seções a seguir.

4.1 Subsistema logístico de suporte

É composto por atividades logísticas relacionadas à reposição de materiais e equipamentos, e à manutenção operacional do sistema elétrico. Neste caso, as atividades são desenvolvidas a partir de um modelo genérico de suprimento físico, voltado ao

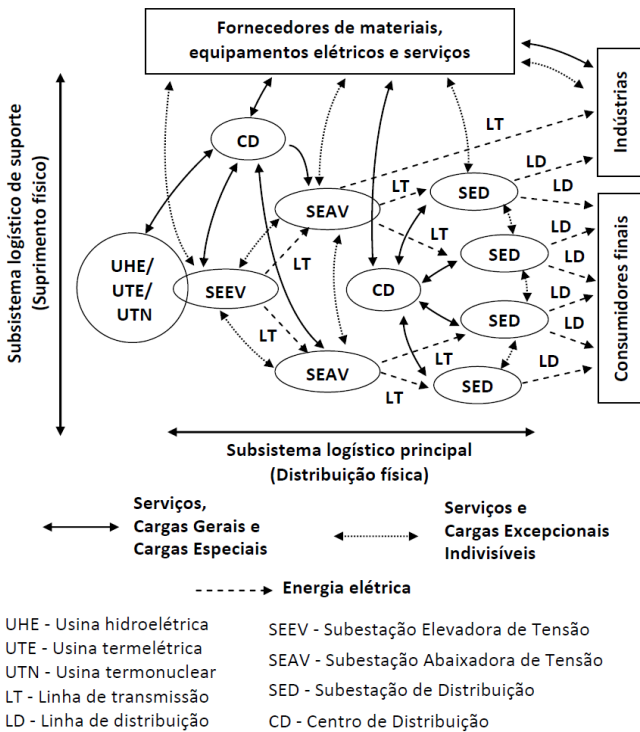
gerenciamento dos fluxos de informações, materiais, bens e serviços indiretamente necessários, porém fundamentais à manutenção das atividades principais do setor (geração, transmissão e distribuição de energia), considerando a gestão de capacidade das instalações traduzida em fluxos eficientes de materiais, serviços e equipamentos entre estas. Refere-se ao sistema logístico que garante, às instalações do subsistema principal, a disponibilidade de materiais, componentes, equipamentos elétricos e serviços, que, por sua vez, garantem o fluxo contínuo da energia e a estabilidade do sistema elétrico.

Fonte: Melo, Ferreira Filho e Cavalcanti Netto (2005)

Figura 2 - Subsistemas Logísticos e Fluxos no Setor de Energia Elétrica

O Quadro 1 caracteriza, a partir do modelo de suprimento físico, o subsistema logístico das atividades de suporte ao setor elétrico.

Comp. de Desempenho	**Componentes principais**	**Modelo genérico de suprimento físico**	**Subsistema logístico de suporte**
Informações	Fluxos	Bens, serviços e informações	Materiais, compon., equip., informações e serviços
	Insumos	Matérias-primas, equipamentos e serviços	Materiais, compon. e equip. elétricos, combust., serviços
	Produtores	Fábricas e indústrias	Fábr. de materiais, equip. e combustív.
	Fornecedores	CD regionais, operadores logísticos e transportadoras	CD de fábricas, operadores logísticos e transportadoras
		CD avançados, operadores logísticos e transportadoras	CD de distribuidores, operadores logísticos e transportadoras
	Clientes	Fábricas, atacadistas, varejistas	Geradoras, transm. e distrib. de energia
Transporte	Transporte	Transferências e abastecimento	Transferências e abastec. de materiais e equip. elétricos
		Aéreo, rodoviário, ferrov., aquav., dutov. e eletrônico	Aéreo, rodoviário, ferrov., aquav., dutov. e eletrônico
Estoques	Estoques	Matéria-prima, bens em processo e bens acabados	Água ou combust., outros mat., comp. e equip. elétricos
		Alto (Bens BV/DR); Baixo (Bens AV/DI)	Alto (Bens BV/DR); Baixo (Bens AV/DI)
		Descentralizado (Bens de BV/DR); Centralizado (Bens de AV/DI)	Descentralizado (Bens de BV/DR); Centralizado (Bens de AV/DI)
Instalações	Instalações principais	Fornecedores e Clientes	Fornecedores, Setor elétrico e Clientes
	Restrição de capacidade	Recursos humanos e equip. industriais	Recursos humanos e equipamentos
Serviço ao cliente	Nível de serviço	Disponib. de mat., bens e serviços em quantidade, momento e lugar certo	Disponib. de mat. equip. elétr. e serv. em qtde., momento e lugar certo

Fonte: Baseado em Melo (2006)

Quadro 1 - Modelo genérico de suprimento físico e o subsistema de suporte ao setor de energia elétrica

Como num sistema de suprimento físico genérico, o transporte é executado a partir de fornecedores encarregados pela transferência, transbordo e entrega de materiais, componentes, equipamentos e combustíveis até as instalações de produção/ consumo. Em função do valor dos materiais e/ou da regularidade da demanda, a estratégia estocagem pode ser executada com níveis Elevados, referentes a bens de baixo valor (BV) e/ou demanda regular (DR), ou Baixos, referentes a bens de alto valor (AV) e/ou demanda irregular (DI). Além disso, os estoques podem ser descentralizados, para bens de BV e/ou DR, ou Centralizados, para bens AV e/ou DI, até os pontos de consumo. Quanto a instalações, a localização e a capacidade produtiva dos fornecedores e centros de distribuição constituem as principais preocupações, uma vez que disposição da rede deve proporcionar o melhor nível de serviço, aqui representado pela disponibilidade de materiais, equipamentos elétricos e serviços no momento, lugar e quantidades adequadas às demandas.

4.2 Subsistema logístico principal

O subsistema logístico principal refere-se a projetos de configuração da rede e de ampliação da capacidade total do sistema elétrico, considerando decisões referentes a instalações (usinas e subestações), redes de transmissão (linhas e torres de transmissão) e de distribuição (linhas de distribuição) de energia. As atividades logísticas, neste subsistema, estão relacionadas ao fluxo eficiente e eficaz da energia elétrica nas redes de transmissão e distribuição. O Quadro 2 associa os componentes principais do modelo genérico de distribuição física ao subsistema logístico principal do setor de energia elétrica.

O transporte da energia elétrica é realizado a partir de transformadores de potência e linhas de transmissão e de distribuição que garantem a disponibilidade da energia, em níveis economicamente viáveis, nos pontos de consumo. Como a energia elétrica não pode ser estocada como bem acabado, esta é mantida em seu estado primário, seja energia potencial em GRA, no caso das UHE, ou em combustíveis minerais ou vegetais, no caso de UTN e

UTE, até ser transformada em energia que é transmitida e distribuída pelo sistema elétrico.

Comp. de Desempenho	**Componentes principais**	**Modelo genérico de Distribuição física**	**Subsistema logístico principal**
Informações	Fluxos	Bens, serviços e informações	Energia elétrica e informações
	Produtores	Fábricas/Indústrias	Empresas geradoras
	Distribuidores	CD Regionais	Transm. (SEEV)
		CD Avançados	Transm. (SEAV)
	Clientes	Grande porte (Atacad./Distribuid.)	Indústrias de grande porte
		Médio porte (Varejistas)	Distrib. (SEAV e SED) e MPI
		Pequeno porte (Consumidor final)	Consumidor final
Transporte	Transporte	Transf./transbordos e entrega de materiais	Transmissão e distrib. da energia
		Aéreo, rodoviário, ferrov., aquav., dutov. e eletrônico	TEV, TAV, TD, LT e LD
Estoques	Estoques	Somente componentes e bens acabados	-
		Descentralizado (Bens de BV/DR); Centralizado (Bens de AV/DI)	-
Instalações	Instalações principais	Armazéns, Fábricas, CD, atacado e varejo	GRA, EC, UHE, UTE, UTN, SEEV, SEAV, SED, TT
	Restrição de capacidade	RH e equipamentos industriais	RH, LT, LD e equip. elétricos
Serviço ao cliente	Nível de serviço	Disponibilidade de bens e serviços, na quantidade, no momento e no lugar certo	Disponib. de energia na qtde., momento e lugar certo/Red. risco de interrupção do fornecimento

Fonte: Baseado em Melo (2006)

Quadro 2 - Modelo Genérico de Distribuição Física e o Subsistema Principal do Setor de Energia Elétrica

A demanda de energia é a informação que direciona a concepção de planos de ampliação e otimização da infra-estrutura relacionada às macro-funções do setor (geração, transmissão e distribuição). A localização de instalações, como componentes das redes de transmissão e distribuição, e a expansão ou manutenção da capacidade produtiva destes componentes, proporcionam o melhor nível de serviço, representado pela disponibilidade de energia na quantidade, no momento e no lugar certo, o que corresponde ao menor risco potencial de interrupção do fornecimento de energia.

5. Análise Logística da Cadeia Produtiva do Setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos na Região Amazônica

As bioindústrias de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos presentes na Amazônia envolvem múltiplas formas de atuação e são representadas por empresas de diferentes portes, que vão desde empresas locais, as quais são, em sua maioria, de micro e pequenas indústrias, até empresas líderes nacionais e transnacionais. (Adaptado de MIGUEL, 2009).

Existem bioindústrias que dedicam suas atividades exclusivamente às etapas de processamento das matérias-primas, para posterior fornecimento dos insumos às indústrias responsáveis pelo produto final, bem como aquelas que desenvolvem todas as etapas de produção até a comercialização final nos mercados consumidores (MIGUEL, 2009).

Estudos da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) identificam grandes demandas, no mercado nacional e internacional, por produtos cujos princípios ativos são componentes oriundos de recursos vegetais da biodiversidade e justificam essas demandas, principalmente, por/pela(s) (ABIHPEC, 2004):

a) Queda no uso de insumos de origem animal no mercado internacional;
b) Atuais tendências de se substituir produtos sintéticos por naturais;

c) 20% da biodiversidade de todo o mundo encontrar-se no Brasil;
d) Existência, somente na Amazônia brasileira, de mais de 10 mil espécies de plantas possíveis de serem utilizadas como insumos em produtos para a saúde; e
e) Estímulos às etnociências como parte de uma estratégia para o país obter alguma vantagem comparativa em biotecnologia.

Nesse contexto, devido sua vasta aplicabilidade em bioindústrias e pela relevância sócioeconômica para as cadeias produtivas da biodiversidade amazônica, ganham grande destaque os Produtos Florestais Não-Madeireiros (PFNM), cuja função e relevância são abordadas por Anderson e Clay (2002) e FAO (2003), citados por Silva (2005):

> Os produtos florestais não-madeireiros são bens de origem biológica, originados de florestas nativas ou de florestas plantadas e têm papel fundamental na geração de renda de populações rurais e indígenas em todo o mundo [...] Contribuem para geração de renda familiar através da comercialização de exsudatos, folhas, frutos, raízes e sementes, além de ter um papel preponderante dentro da economia de comunidades locais. Recentemente, esses produtos têm servido, inclusive, como porta de ingresso dessas comunidades em mercados mais amplos, principalmente por conta do uso de produtos extraídos desses componentes.

As atividades de coleta e de cultivo de plantas e frutos da região amazônica estão associadas, na maior parte dos casos, às famílias ribeirinhas mais isoladas, às populações indígenas e às comunidades de pequenos produtores familiares, muitas delas agrupadas em sistemas de cooperativas/associações e consideradas importantes atores dos novos circuitos da Amazônia. (BAHRI, 2000 *apud* MIGUEL 2007).

Quanto ao relacionamento das bioindústrias com as comunidades, pesquisas realizadas pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) registram que há articulações de organizações

não-governamentais com empresas as quais assumem a bandeira da responsabilidade socioambiental e com os novos espaços de articulação que surgem entre entidades tais como: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) e outras instituições (CGEE, 2007).

No que se refere às atividades básicas para geração de valor aos insumos da Amazônia, utilizados no setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, Costa (2007) enfatiza que centros de pesquisa regionais e nacionais, organizados sob forma de redes de laboratórios e de pesquisadores, têm-se demonstrado essenciais para as atividades como o inventário biológico das espécies de valor econômico, a realização de testes analíticos para identificação de princípios ativos ou de substâncias para usos na produção e, principalmente, o desenvolvimento final e ensaios industriais dos produtos para sua posterior colocação no mercado.

Em torno dos centros de pesquisa supracitados, encontram-se estruturados os Pólos de Incubação de Empresas de Bases Tecnológicas, os quais estão voltados para induzir e oferecer suporte técnico-científico para o desenvolvimento de pequenos e médios empreendimentos (COSTA, 2007). Dessa forma, ao prover micro e pequenas empresas com instalações físicas adequadas, com serviços de apoio compartilhados, consultorias sobre o funcionamento do mercado, seus aspectos legais e sobre viabilidade de apoio financeiro junto a órgãos de fomento, as incubadoras de empresas buscam explorar e potencializar os recursos existentes, de modo a criar um ambiente favorável ao surgimento e fortalecimento de novos empreendimentos, transformando suas incubadas em empresas graduadas bem-sucedidas (VEDOVELLO *et al*, 2001).

Na fase em que os produtos são disponibilizados ao mercado, centros de pesquisa, instituições e empresas podem fazer o requerimento de patentes do produto e das tecnologias empregadas ao seu desenvolvimento, bem como a certificação das etapas do processo de Pesquisa e Desenvolvimento. Para a

comercialização, também são necessários os registros e os licenciamentos nos órgãos reguladores (MIGUEL, 2007). Autorizações para acesso ao Patrimônio Genético Nacional são de responsabilidade de órgão reguladores como MMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN). Por sua vez, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define, regulamenta e fiscaliza diversas áreas produtivas, inclusive as relacionadas a cosméticos (ARRUDA, 2008).

Os produtos do setor são distribuídos através de quatro canais: distribuição tradicional por meio de atacado e as lojas de varejo; vendas diretas com consultores; franquias; e *e-commerce* (vendas pela internet). Assim, as maiores demandas advêm de lojas especializadas em produtos naturais, de distribuidores das vendas diretas, de mercado de terapias alternativas, de terceirização de marcas, e de outras pequenas fábricas do ramo.

A Figura 3 representa o desenho esquemático da cadeia produtiva da biodiversidade amazônica, relacionada ao setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos. Nesta figura são registrados os principais estágios, elos componentes e suas relações, desde a coleta de PFNM, passando pela fabricação dos produtos do setor, até o atendimento à demanda do mercado nacional e/ou internacional.

5.1 Transporte

Os maiores gargalos logísticos do setor estão relacionados à obtenção de PFNM e, dessa forma, situam-se à montante nas cadeias produtivas. As grandes distâncias dos pontos de coleta das matérias-primas aos pontos de fabricação de bioprodutos têm como agravante a carência de infraestrutura de transporte, marcante na Amazônia. Os principais modais de transporte identificados no suprimento de insumos da biodiversidade são o rodoviário e o fluvial. O primeiro é altamente afetado pelas condições das vias, as quais, em sua maioria, encontram-se em estado precário e bastante

crítico nos períodos mais chuvosos do ano. Já o modal fluvial encontra como restrições a reduzida freqüência, a baixa confiabilidade e a escassez de terminais e armazéns, principalmente nas comunidades mais longínquas, retratando o sub-aproveitamento do potencial hidroviário da região.

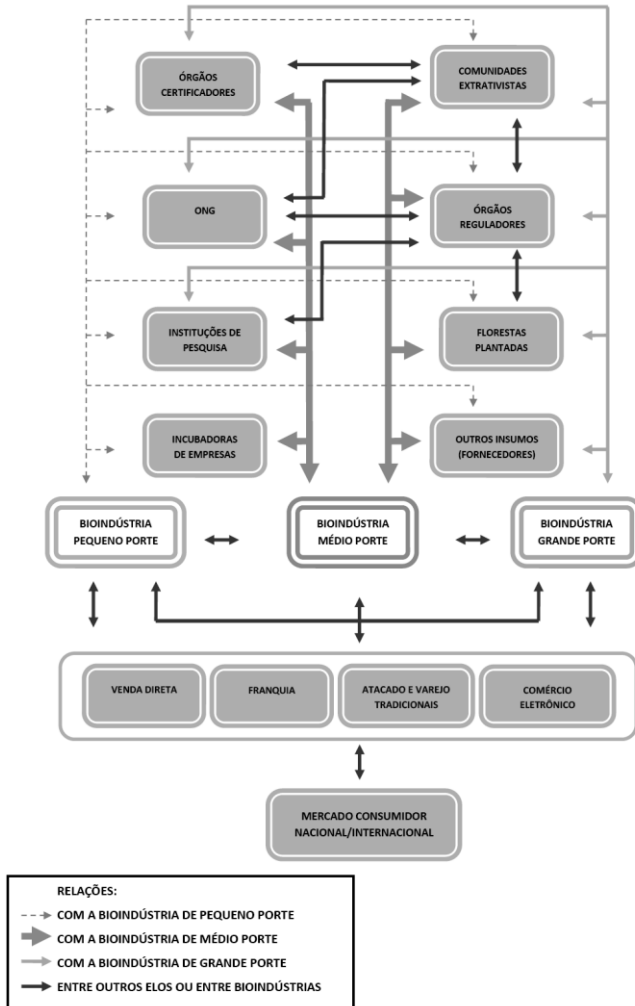



Figura 3 - Principais Estágios e Elos das Cadeias Produtivas do setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

5.2 Informação: sistemas e tecnologias

Limitação também bastante influente no desempenho logístico das cadeias produtivas da biodiversidade refere-se ao fluxo de informação. As comunidades coletoras dos PFNM carecem de maior grau de integração e comunicação com os outros elos da cadeia, de modo que sejam desenvolvidas operações de maneira mais eficiente e eficaz. Neste contexto, informações imprecisas ou incorretas às bioindústrias resultam em perda de produtividade, sistemas redundantes, lentidão e correções no recebimento de matéria-prima. Usualmente, muitas comunidades fornecedoras desenvolvem o extrativismo com técnicas ainda muito rudimentares (primitivas). Por isso é incidente a falta de padronização dos PFNM. Adite-se a esse fator a ausência de tecnologias adequadas e a falta de acesso ao conhecimento científico por parte das comunidades. Mais à jusante na cadeia, devido à crescente demanda por "produtos da biodiversidade" do mercado consumidor internacional, as bioindústrias do ramo de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos passam por uma fase de internacionalização de seus produtos, tendo que se adaptar e direcionar ações para esse novo contexto, de modo a melhor entender como lidar com aspectos relacionados à legislação voltada a esses produtos nos principais países consumidores.

5.3 Instalações

Outro importante componente de desempenho logístico na cadeia de produtiva estudada são as instalações, principalmente relacionadas ao armazenamento de matérias-primas, haja vista que, perecíveis, necessitam de condições de armazenamento próprias, nem sempre seguidas. As instalações destinadas à fabricação dos produtos finais localizam-se nos centros urbanos e são pertencentes às bioindústrias atuantes no ramo, isto é, atualmente, as comunidades extrativistas, salvo exceções, limitam-se à extração da matéria-prima, o que restringe a agregação de valor aos referidos produtos nesse elo da cadeia. Particularmente para micro e pequenas bioindústrias, as instalações voltadas à pesquisa são

representadas pelas universidades e pelos espaços físicos de laboratórios de centros de pesquisas, aos quais as incubadoras de empresas estão vinculadas. As instalações mais à jusante da cadeia produtiva, e, conseqüentemente, mais próximas aos clientes finais, são referentes ao atacado e varejo tradicionais, além de lojas especializadas (franquias). Ressalte-se a redução de custos logísticos referentes a instalações no caso das vendas domiciliares (diretas) ou no contexto do *e-commerce*.

5.4 Estoques

A economia extrativista apresenta limitações quanto ao crescimento do mercado, decorrente da tensão na oferta, que não consegue suprir a demanda, e que, por sua vez, é regida pela existência fixa de estoques naturais (HOMMA, 2008). Nas cadeias produtivas da biodiversidade, a gestão dos estoques naturais, ou seja, dos PFNM, torna-se ainda mais complexa em decorrência da sazonalidade das safras, da perecibilidade dos produtos e das distâncias entre os pontos de coleta e os centros de produção das bioindústrias, dificultando a rastreabilidade desses insumos. As incertezas decorrentes dos referidos fatores afetam as previsões de suprimento e o planejamento das bioindústrias. Dessa forma, devido à falta de estoques, não raramente, as bioindústrias passam por problemas que cerceiam o estabelecimento de níveis de serviço mais elevados aos seus clientes. No presente estudo, os representantes das organizações pesquisadas relataram, como principais problemas decorrentes das restrições supracitadas, a parada na produção, as perdas de venda, e o atraso nas entregas acertadas com clientes. Os fornecedores de PFNM atribuem, por sua vez, como principais motivos ao não atendimento à demanda das bioindústrias a escassez de estoques naturais, a sazonalidade da atividade extrativista; além de problemas com produção (mão-de-obra, ferramentas e máquinas).

6. Considerações Finais

Tanto no setor elétrico brasileiro como no setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos na Amazônia, a análise logística da cadeia produtiva viabilizou a captação e geração de informações que possibilitaram algumas vantagens em termos de maior caracterização de especificidades logísticas destes setores, a saber: uma visão mais abrangente das operações logísticas, o que permite a interpretação mais realista de contribuições e impactos que ineficiências dessas operações podem causar no desempenho da cadeia produtiva que depende da logística para atingir seus objetivos; a identificação de todos os fluxos logísticos que possibilitam o desenvolvimento de estratégias diferenciadas para materiais e serviços diferentes; e Identificação de interfaces empresariais, que promovem oportunidades para melhorias de relacionamentos e de desempenho por meio de maior integração com parceiros de negócios, possivelmente, também baseadas em inserção de tecnologias.

No que se refere ao setor elétrico brasileiro, a análise logística de sua cadeia produtiva auxiliou a definição e a identificação de dois sistemas logísticos (subsistema logístico principal e de suporte) com características diferentes, uma vez que seus produtos logísticos são diferentes, mas com idêntica importância no que se refere aos objetivos do setor. Ainda em relação ao setor elétrico brasileiro, vale ressaltar que o estudo aqui desenvolvido se concentrou na caracterização apenas dos "elos" que atuam direta ou indiretamente nas operações de geração, transmissão e distribuição de energia. No entanto, ainda há outros "elos" a serem caracterizados, considerando regulamentação e fiscalização de operações (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL), coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (Operador Nacional do Sistema - ONS), elaboração de políticas e diretrizes para o setor energético (Ministério de Minas e Energia - MME), entre outras atividades capazes de interferir e influenciar decisões e estratégias

logísticas neste setor.

Em relação ao setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos na Amazônia, por ser um setor produtivo mais novo e ainda em processo de “amadurecimento” na região, ficaram evidentes os maiores desafios, do ponto de vista logístico, a serem superados. Os maiores gargalos logísticos deste setor foram identificados a montante na cadeia produtiva, ou seja, no início do processo de agregação de valor. No que se refere ao componente transporte as grandes distâncias entre os pontos de coleta das matérias-primas e os pontos de fabricação de bioprodutos têm como agravantes tanto a falta de infra-estrutura de rodoviária como a baixa confiabilidade e a escassez de terminais e armazéns portuários, marcantes na Amazônia. Em relação ao componente estoques, sua gestão mostrou-se bastante complexa em decorrência de sazonalidades, alto nível de perecibilidade dos insumos e grandes distâncias entre fornecedores e centros de manufatura, cujas incertezas afetam as previsões de suprimento e planejamento da produção. Além de elevadas distâncias e disparidades em termos de armazenamento entre pontos de cultivo e produção, o componente instalações também é caracterizado pela existência de pontos voltados à pesquisa (universidades e espaços físicos de laboratórios vinculados incubadoras de empresas), o que evidencia uma estratégia de capitalização de valor agregado aos bens produzidos na região, característica esta de setores produtivos relacionados à bioindústria, além de franquias e pontos especializados em vendas domiciliares (diretas) ou no contexto do *e-commerce*. Finalmente, o componente informação, é caracterizado por deficiências em termos de integração e comunicação, sobretudo, entre cultivadores e os demais elos da cadeia, além de diferenças consideráveis em termos de inserção tecnológica e capacitação de mão-de-obra envolvidos ao longo dos processos de agregação de valor.

De uma forma geral, tanto para o setor elétrico brasileiro quanto para o setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos na Amazônia, a proposta de análise logística de cadeias produtivas, a

partir da análise de componentes de desempenho logístico, mostrou-se bastante efetiva, no que se refere à captação de informações destinadas à concepção de diagnósticos mais consistentes e capazes de direcionar estratégias logísticas e políticas públicas mais adequadas às especificidades e necessidades logísticas das regiões consideradas.

Referências

ARRUDA, A.C, Cosmecêuticos: Um caminho para a valorização da biodiversidade Amazônica. T&C Amazônia, Ano VI, n. 14, Jun. 2008.

ABIHPEC, Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. Potencial de Produtos Florestais Não-Madeireiros para o setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. 2004. Disponível em: <http://www.abihpec.org.br/conteudo/s02/cont/apres_compradores.ppt> Acesso em: 04/01/2010.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de suprimentos/Logística Empresarial. 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos. 4ª. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

BALLOU, R. H. Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

BNDES, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Cadeia Produtiva. Disponível em: <http://www.rts.org.br/noticias/destaque-1/cadeia-produtiva> Acesso m: 23/01/2010.

BECKER, B. K. Reflexões sobre a Geopolítica e a Logística da Soja na Amazônia. In: COSTA, Wanderley Messias da; BECKER, Bertha Koiffmann; ALVES, Diógenes Salas (Orgs.). Dimensões Humanas do experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia. Coleção Ciência Ambiental, São Paulo: Edusp, 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Sub-rede de Dermocosméticos na Amazônia a partir do uso sustentável de sua biodiversidade com enfoques para as cadeias produtivas da: castanha-do-pará e dos óleos de andiróba e copaíba. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2007.

CHOPRA, S; MEINDEL, P. Gerenciamento da cadeia de suprimento: Estratégia, Planejamento e Operações. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. Resolução 012/98 - Limites de Peso e Dimensões para Veículos que Transitem por Vias Terrestres. 1998. Disponível em http://preencantado.pannet.com.br/Resoluções/Res012.htm . Visitado em 04/05/2005.

COSTA, W. M.. Tendências Recentes na Amazônia: os sistemas produtivos emergentes. In: COSTA, W. M.; BECKER, B. K.; ALVES, D. S. (Orgs.). Dimensões Humanas do experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia. Coleção Ciência Ambiental, São Paulo: Edusp, 2007.

DNIT, Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes. Resolução nº 11, de 19 de outubro de 2004.

ENRÍQUEZ, G. E. V. Desafios da Sustentabilidade da Amazônia: Biodiversidade, cadeias produtivas e comunidades extrativistas integradas. Brasília, 2008. p. 460. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

FERGUSON, C. E. *Microeconomia*, Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1999, 610 p.

FERRAES NETO, F. A Logística como Estratégia para Obtenção de Vantagem Competitiva. Revista FAE Business. Curitiba, n.1, dez. 2001.

FOSSA, A. J.; SANTOS, E. M. Um modelo Regulatório para Avaliação da Conformidade das Instalações Prediais de Gás Naturais. Rio Oil & Gas Expo and Conference 2008. Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis – IBP. Rio de Janeiro, 2008.

HOMMA, A. K. O. Extrativismo, biodiversidade e biopirataria na Amazônia. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

KATO, J. M. Avaliação de desempenho de sistemas logísticos através do Seis Sigma e Balanced Scorecard Revista FAE, Curitiba, v.6, n.2, ano 0, p.113-124, maio/dez. 2003.

LARANJEIRA, E. M. Critérios Gerenciais para a Logística de Suprimentos relacionada a cargas Excepcionais Indivisíveis, Monografia de MBA Logística, FGV, Rio de Janeiro, mimeo, 2002.

MELO, A. C. S., DATZ, D., ANDRADE, G. A., FERREIRA FILHO, V. J. M. O Papel da Informação no Transporte de Cargas Excepcionais Indivisíveis, XVII Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes (ANPET). IME. Rio de Janeiro, 2003.

MELO, A. C. S., FERREIRA FILHO, V. J. M., CAVALCANTI NETTO, M. A. O papel do processamento do pedido de transporte de cargas excepcionais indivisíveis para a logística do setor de energia elétrica, XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Porto Alegre, RS, 2005.

MELO, A. C. S. Uma Estrutura de Análise de Operações Destinada à Melhoria de Processos do Transporte de Cargas Excepcionais Indivisíveis, Tese de D. Sc., Engenharia de Produção, COPPE/UFRJ, RJ, Brasil, 2006, 142 pp.

MIGUEL, L. M. Experiências sobre a Utilização da Biodiversidade: as bioindústrias de cosméticos na Amazônia brasileira. 2009. Disponível em:<http://egal2009.easyplanners.info/area06/6181_Mourao_Miguel_Lais.pdf> Acesso em: 27/11/2009.

MIGUEL, L.M. Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos. Dissertação de mestrado. FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2007.

MPEG, Museu Paraense Emílio Goeldi. Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. 2010. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/biodiversidade/o_amazonia.asp> Acesso em: 05 jan. 2010.

NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição. Campus. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

RAZZOLINI FILHO, E. Logística: Evolução na Administração Desempenho e Flexibilidade. São Paulo: Juruá, 2006.

RODRIGUES, A. S. Transporte de material. Eletrobrás (DGE/DECP). Rio de Janeiro, 1980.

RODRIGUEZ, C. M. T. Logística: o diferencial da empresa competitiva: depoimento. Revista FAE Business. Curitiba, n.2, jun. 2002. Entrevista Concedia à revista FAE Business.

RODRÍGUEZ, C. M. T.; COELHO, L. C.; FOLMANN, N. Como a logística pode ajudar a aumentar a percepção de valor de seu produto? Revista Mundo Logística, n. 07, ano II, nov./dez. 2008.

SALLES, W. F. Contribuição Metodológica para a Formulação de uma Função de Custo do Sistema de Transporte de Carga Excepcional Indivisível para o Setor de Energia Elétrica. Dissertação M. Sc. PET/COPPE. Rio de Janeiro. RJ. Brasil, 1993.

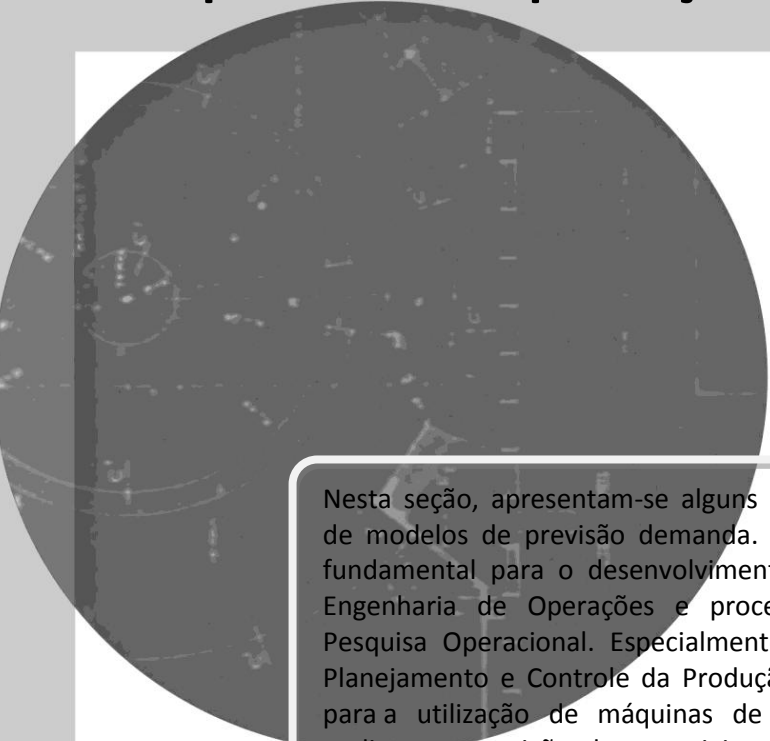
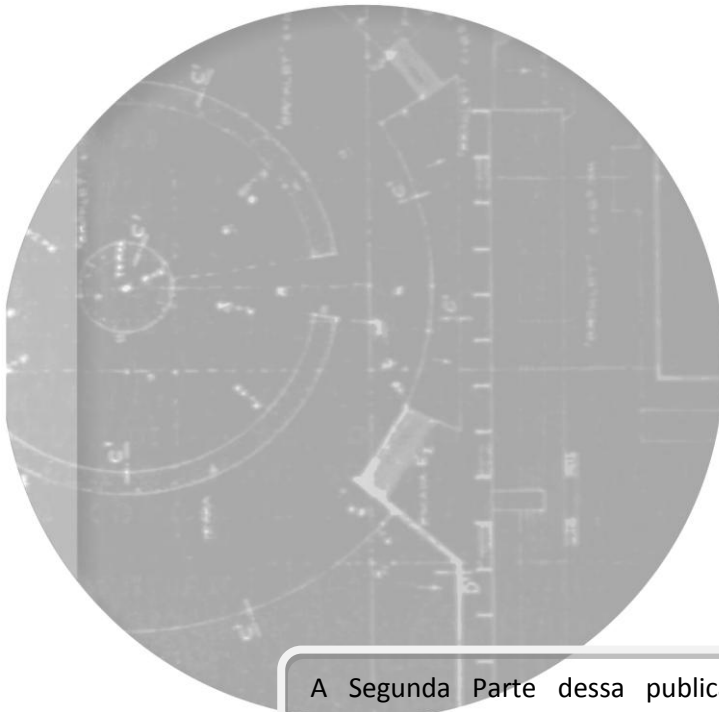
SANTOS, M. A. M. Avaliação Técnica de Fornecedores de Serviço de Transporte Rodoviário de Carga utilizando a Lógica Fuzzy. Dissertação M. Sc. PET/COPPE. Rio de Janeiro. RJ. Brasil, 2004.

SCHOELER, S. L. A Movimentação de Cargas Pesadas em Portos Brasileiros: Dificuldades e Perspectivas. Dissertação M. Sc. PPEP/UFSC. Florianópolis. SC. Brasil, 2000.

SILVA, K. K. S. Identificação de recursos florestais em três comunidades de agricultores familiares na estrada da várzea, no município de Silves-AM. 2005. 108 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2005.

SILVA, O. C. Um procedimento para a concepção de um modelo de Plataforma Logística Regional: Características e Tendências Para o Desenvolvimento Sustentável da Região Amazônica, 2008. Disponível em: <http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos%20PDF/ama_rio08_olavo_tapajos.pdf> Acesso em: 08 jan. 2010.

VEDOVELLO, C.; PUGA, F. P.; FELIX, M. Criação de Infra-Estruturas Tecnológicas: A Experiência Brasileira de Incubadoras de Empresas. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 8, n. 16, p. 183-214, dez. 2001.

PARTE II

APLICAÇÕES EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Segunda Parte dessa publicação apresenta uma coletânea de Estudos de Caso nos quais são demonstradas aplicações de estudos em algumas subáreas da Engenharia de Produção.

São contempladas as áreas: Engenharia de opera-ções e processos da Produção, Pesquisa Operacio-nal e Gestão da Qualidade.

Engenharia de operações e processos da produção

Nesta seção, apresentam-se alguns conceitos e uma aplicação de modelos de previsão demanda. A previsão de demanda é fundamental para o desenvolvimento de ações nas áreas: a) Engenharia de Operações e processos da produção e; b) Pesquisa Operacional. Especialmente no que diz respeito ao Planejamento e Controle da Produção (PCP). Ela é importante para a utilização de máquinas de maneira adequada, para realizar a reposição de materiais no momento e quantidade corretas e para que todas as demais atividades necessárias ao processo produtivo sejam adequadamente programadas. Apesar das previsões serem importantes e úteis para o planejamento das atividades, elas apresentam erros em suas estimativas, devendo-se ser cuidadoso tanto na coleta de dados como na escolha do modelo de previsão gerado a fim de que os erros sejam diminuídos.

No capitulo apresentado a seguir você poderá se familiarizar com os métodos de previsão mais utilizados, verificar sua aplicabilidade em uma companhia de água mineral, bem como estudar os métodos de validação do modelo apresentado neste estudo de caso.

ANÁLISE DE DEMANDA EM UMA COMPANHIA DE ÁGUA MINERAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM UTILIZANDO MODELOS DE HOLT-WINTERS

Sumário do Capítulo

ANÁLISE DE DEMANDA EM UMA COMPANHIA DE ÁGUA MINERAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM UTILIZANDO MODELOS DE HOLT-WINTERS

Diktherman Viana da Silva
André Clementino de Oliveira Santos
André Cristiano Silva Melo

Resumo

Este texto possui como objetivo apresentar uma aplicação de técnicas de previsão de demanda na área de Pesquisa Operacional e Engenharia de Operações e Processos da Produção. Essas técnicas de previsão são capazes de auxilia amplamente na tomada de decisão de gestores de processos atuantes nos mais diveroso níveis organizacionais. Para fins ilustrativos apresenta-se o estudo de casos de uma companhia de Água Mineral da Região Metropolitana de Belém (RMB), no qual são analisados os modelos de Holt-Winters e o da sazonalidade; ambos utilziados em dois formatos: o foramto aditivo e o multiplicativo. O conteúdo do capitulo incia-se com uma breve apresentação do conceitos fundamentais dessa área e, em seguida, são definidos os modelos mais adequados de previsão para aplicação em sistemas reais, considerandoobjetivos como a geração de modelos de fácil entendimento; com aplicação não dispendiosa e o uso de testes computacionais estatísticospara validar as propostas. Discute-se também a previsão de demanda e sua importância para o planejamento operacional e estratégico de organizações autantes nos mais diversos setores.

Palavras-chave: Previsão de Demanda, Séries Temporais, Modelos de Holt-Winters

1. Introdução

Toda organização precisa, de alguma forma, saber como dimensionar suas capacidades produtivas da forma que estas se encaixem de modo perfeito às demandas, evitando assim possíveis desperdícios de tempo, material e energia, ou a falta de produtos para atender o mercado.

Segundo Martins e Laugeni (2006), "previsão é o processo metodológico para determinação do futuro, baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida". A previsão de demanda entre outras estatísticas assume um fator importante no processo decisório, tanto no nível estratégico quanto no operacional. Os planos de capacidade, atividades de infra-estrutura, vendas, fluxo de caixa, estoques, gerenciamento da mão-de-obra (férias, contratações), e compras são todos baseados na previsão de demanda.

Os modelos de séries temporais são ferramentas importantíssimas e têm sido largamente utilizadas nos mais diversos campos do conhecimento. Fogliatto (2003) enfatiza que "as vantagens desta técnica estendem-se desde auxilio ao planejamento de infra-estrutura até o estudo das capacidades, reduzindo, assim, riscos inerentes ao processo decisório das atividades".

Portanto, "prever níveis de demanda é vital à empresa como um todo, porque fornece as entradas básicas para planejamento e controle de todas as áreas funcionais, incluindo a logística, o marketing, a produção e as finanças (BALLOU, 2001)". "Dessa forma, permite que os administradores destas organizações antecipem o futuro e planejem de forma mais conveniente suas ações (TUBINO, 2000)".

De acordo com Tubino (2000) "as empresas, de uma ou de outra maneira, direcionam suas atividades para o rumo em que acreditam que seu negócio andará".

Nesse sentido, este trabalho busca avaliar o uso dos modelos de séries temporais para análise de demanda do produto Garrafão 20L; de uma companhia de águas minerais da Região Metropolitana de Belém. Para tanto, foram utilizados modelos de previsão quantitativos baseado em séries temporais, mais especificamente os modelos de Holt-Winters multiplicativos e aditivos através do uso do software CrystalBall. A série coletada corresponde aos dados mensais no período entre 2004 e 2007, sendo que os últimos seis meses dessa série foram utilizados para validar o modelo escolhido através dos cálculos dos erros entre os valores estimados pelo modelo e o valor real da série.

Ressalta-se a grande relevância da adoção da prática de previsão de demanda pelas empresas visto que a boa gestão de sistemas de produção perpassa pela utilização de modelos de previsão consistentes que impactam positivamente nas operações de compra de materiais e dimensionamento de capacidades ao longo de toda a cadeia logística.

2. Séries temporais

Uma série temporal consiste em qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo (MORETTIN E TOLOI, 2004). Se estas observações consecutivas são dependentes uma das outras, é possível conseguir-se uma previsão e assim fornecer bases para compreender o comportamento do evento ao qual está se analisando.

Nessa técnica, conhecer o comportamento das variáveis do estudo é muito importante nos processos de decisão relacionados ao planejamento gerencial e ao planejamento estratégico. Empresas poderão reduzir seus estoques e fazer novos empreendimentos a partir do conhecimento futuro da demanda.

De acordo com Tubino (2007), "Uma das considerações para o uso de modelos de séries temporais, é partir do princípio de que a demanda futura será uma projeção dos seus valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis".

Cita Morettin e Toloi (2004), que ao se realizar um estudo de séries temporais, pode-se estar interessado em:

a)Investigar o mecanismo gerador da série temporal;

b)Fazer previsões de valores futuros da série;

c)Descrever apenas o comportamento da série, como tendências e sazonalidades, por exemplo;

Procurar periodicidades relevantes nos dados.

Os mesmos autores ressaltam que os modelos devem ser simples, com o menor número de parâmetros possíveis, e sua utilização não deve apresentar dificuldades às pessoas interessadas em manipulá-los, entendendo-se por modelos uma descrição probabilística de uma série temporal.

“Morettin e Toloi (2004) classificam os modelos de séries temporais em: paramétricos, cuja análise é feita no domínio do tempo; e os não paramétricos cuja análise é realizada no domínio da freqüência”. De acordo com as características dos dados da série e do objetivo da análise, há um conjunto de modelos que podem ser usados, variando dos mais simples e intuitivos até os mais complexos, que precisam de conhecimentos especializados e softwares mais sofisticados.

3. Métodos de Previsão

“Na escolha do modelo de previsão, deve-se considerar aspectos como o horizonte da previsão, disponibilidade de dados, precisão necessária e disponibilidade de recursos (SLACK, 2002)”. As previsões de demanda são elaboradas através de métodos quantitativos, qualitativos ou da mistura dos dois tipos.

O terceiro modelo seria uma mistura que considera a opinião de especialistas e utiliza alguma modelagem matemática para a resolução de um problema (LARSON, 2004). O Quadro 1 ilustra a(s) principal(ais) técnicas de cada método de previsão e suas características.

Método	Técnica	Tempo	Comple xidade	Precisão	Volume de Dados
Qualitativos	Método Delphi	Longo	Alta	Variavel	Muitos
Quantitativos	Média Móvel	Curto	Muito baixa	Média	Poucos
	Média Ponderada	Curto	Baixa	Adequa da	Muito pouco
	Regressão Linear	Curto	Média Baixa	Média alta	Muitos
	Análise de Regressão	Longo	Adequa da	Alta	Muitos

Fonte: BALLOU(2006)

Quadro 1 – Comparação das técnicas de previsão de demanda.

4. Modelos de Previsão

A partir dos objetivos da análise e das características da série temporal, são escolhidos os modelos a serem utilizados. Não é propósito deste artigo mencioná-los, e sim, apenas os modelos de Holt-Winters, uma vez que este foi o modelo utilizado nesse trabalho.Para leitores interessados em conhecer outros modelos sugere-se a leitura de Morettin e Toloi (2004), Ragsdale (2004), Pellegrini e Fogliatto (2000), Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998), Tubino (2000), Tubino(2007) e Ballou (2006).

4.1 Modelos de Holt-Winters

"Os modelos de Holt-Winters (HW) descrevem apropriadamente dados de demanda em que se verifica a

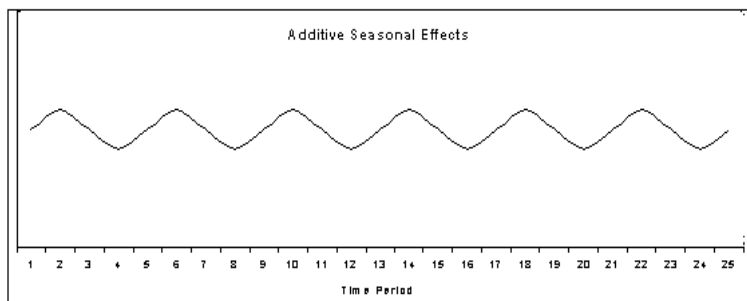
ocorrência de tendência linear, além de uma componente de sazonalidade (PELLEGRINI E FLOGIATTO, 2000)”. Caso a amplitude da variação sazonal mantenha-se constante, diz-se que o modelo é aditivo (Figura 1), caso aumente com o tempo, diz-se que o modelo é multiplicativo (Figura 2).

Fonte: Ragsdale (2004)

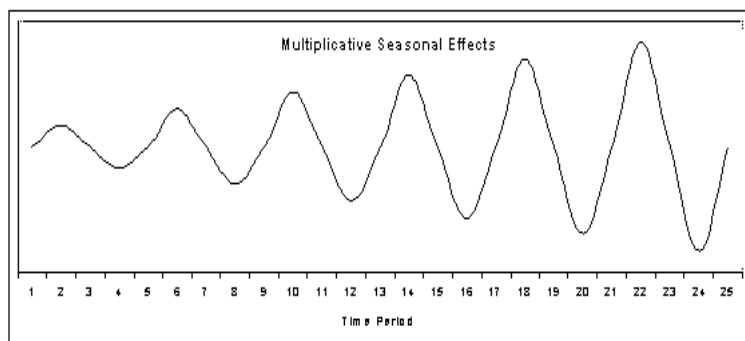
Figura 1 - Modelo aditivo de Holt-Winters.

Fonte: Ragsdale (2004)

Figura 2 – Modelo multiplicativo de Holt-Winters.

Os modelos matemáticos para as variações desse método podem ser vistos a seguir:

- Holt-Winters Aditivo: é utilizado quando a amplitude da variação sazonal mantém-se constante, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos permanece constante com o passar do tempo.

- Holt-Winters Multiplicativo: é utilizado quando a amplitude da variação sazonal aumenta com o tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos cresce com o passar do tempo.

Para uma melhor compreensão do descrito acima, apresenta-se na Tabela 1 o conjunto de equações básicas para os dois modelos.

Tabela 1 – Equações do Modelo de Holt – Winters

	Holt-Winters Aditivo	Holt-Winters Multiplicativo
Nível	$L = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$	$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1})$
Tendência	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$	$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)b_{t-1}$
Sazonalidade	$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1-\gamma)S_{t-s}$	$S_t = \gamma\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) + (1-\gamma)S_{t-s}$
Previsão	$F_{t+m} = (L_t + b_{t-m})S_{t-s+m}$	$F_{t+m} = (L_t + b_{t-m})S_{t-s+m}$

Onde:

S – Comprimento da Sazonalidade
L_t – Nível da Série
b_t – Tendência
S_t – Componente Sazonal
F_{t+m} – Previsão para o período m
Y_t – Valor Observado

α, β e γ – são parâmetros exponenciais alisadores do nível, da tendência e da sazonalidade, respectivamente.

5. Metodologia

Para a realização desse trabalho seguiu-se a metodologia sugerida por Makridakis, Wheelwright E Hyndman (1998) que recomendam um estudo de séries temporais com os seguintes passos: a) definição do problema ;b) coleta de informações; c) análise preliminar dos dados; d) escolha e ajuste do modelo; e) uso e avaliação do modelo de previsão.

A seguir, é detalhada cada etapa imlementada desta pesquisa.

5.1 Definição do problema

O objeto de estudo desse trabalho é uma companhia de água mineral da Região Metropolitana de Belém, mais especificamente na demanda do produto Garrafão 20 litros, com o intuito de fazer previsões futuras dessa demanda, analisar períodos de sazonalidade, tendências e outras estatísticas descritivas.

5.2. Coleta de informações

Os dados foram cedidos pela companhia objeto de estudo. Coletou-se dados históricos de um período de quatro anos. É considerada ideal uma coleta de dados que considere um horizonte de cinco anos de informações, para análises consistentes de modelos de previsão, porém, dois anos são suficientes para uma análise preliminar.

5.3 Análise Preliminar dos Dados

A análise iniciou-se pela classificação ABC, ou curva de Pareto, a qual consiste em separar itens em classes de acordo com sua importância relativa (TUBINO, 2000). O parâmetro utilizado para a classificação, foi o percentual de receita bruta de cada produto para a empresa. Após a tabulação dos dados, plotou-se o gráfico representando a demanda do produto Garrafão 20L em função dos meses. Assim, torna-se possível avaliar o comportamento da série com relação a estacionaridade, tendência (crescimento ou decrescimento), sazonalidade ou ciclos.

5.4 Escolha e ajuste do modelo

Após a análise preliminar dos dados, verificou-se que a série é modelável. A partir daí, passou-se à fase de realização das previsões com modelos definidos. Procuraram-se modelos simples, porém com capacidade de predição significativa, que pudessem ser manipulados pelos técnicos da COMPANHIA através de planilhas eletrônicas. Para tanto, utilizou-se o software CB–Predictor da Crystal Ball Inc., que é um programa que funciona no ambiente do Microsoft Excel.

Os modelos de previsão selecionados foram os seguintes: Holt-Winters Multiplicativo e Holt-Winters Aditivo. Tal escolha vem da própria característica dos dados, objetivos do estudo, bem como facilidade de utilização desses modelos.

5.5 Uso e avaliação do modelo

Os últimos seis meses dessa série foram utilizados para validar o modelo escolhido, isso foi feito através dos cálculos dos erros entre os valores estimados pelos modelos e o valor real da série. Para avaliar qual modelo proporciona os melhores resultados foram utilizados alguns indicadores, tais como: (MAD) desvio médio absoluto, (RMSE) Raiz quadrada do erro médio quadrado, (MAPE) erro percentual médio absoluto. Klassen e Flores (2001) apontam uma pesquisa em que o MAPE é um dos métodos mais populares e um dos mais utilizados nas empresas que utilizam critérios matemáticos para a comparação de modelos. A estatística U de Theil, também foi utilizada como método de avaliação.

Segundo Freiman (2004), a estatística U de Theil é um indicador que mostra quanto os resultados estão melhores do que uma previsão ingênua ou trivial.

Outro parâmetro utilizado é o teste de Durbin-Watson.

Segundo Rasgdale (2004) “a estatística de Durbin-Watson descreve a autocorrelação na série temporal, ou seja, mostra o nível de correlação entre um dado anterior na série temporal e um dado

do próximo período”. Esta estatística possui uma faixa que vai de 0 a 4. “Se o valor for menor do que 1 indica autocorrelação positiva, enquanto que valores superiores a 3 indicam autocorrelação negativa, e os valores próximos de 2 indicam que não há autocorrelação nos dados (RASGDALE, 2000)”. Uma vez aprovado o modelo, torna-se possível realizar as previsões.

6. Aplicação

Para um melhor entendimento desse trabalho, apresentam-se inicialmente os dados coletados para compor a série temporal da empresa. Os dados da demanda do produto podem ser vistos na Tabela 2.

FONTE: Companhia (2007)

Tabela 2 - Demanda mensal do produto Garrafão 20L.

Mês	***Ano***			
	2004	2005	2006	2007
Janeiro	285.415	264.992	263.476	308.800
Fevereiro	222.345	217.215	246.032	254.372
Março	256.340	230.285	268.551	287.009
Abril	275.002	221.445	234.624	287.802
Maio	299.278	242.060	272.293	313.644
Junho	286.993	247.228	297.754	318.706
Julho	275.957	247.228	295.487	304.607
Agosto	290.028	247.228	330.433	331.040
Setembro	300.056	285.392	325.459	325.104
Outubro	288.113	271.392	342.649	341.717
Novembro	270.776	264.144	315.422	341.788
Dezembro	269.067	271.452	302.526	322.460

A fim de permitir uma melhor visualização dos dados coletados, mostra-se nos gráficos 1 e 2 o comportamento dos dados ao longo do tempo.

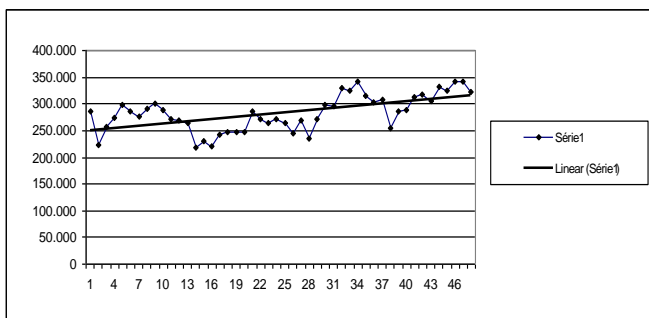



Gráfico 1 - Demanda do produto Garrafão 20L ao longo dos anos de 2004 até 2007

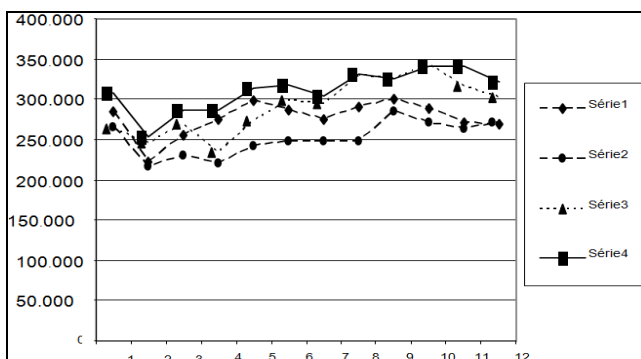



Gráfico 2 - Esboço da Demanda mensal em cada ano do produto Garrafão 20L (2004-2007)

Pelos dados expostos no Gráficos 2, percebe-se que existe uma leve tendência de crescimento de um ano para o outro, fato que só não ocorreu em 2005, onde houve uma queda de 10,28 % na demanda (de 3.319.370 para 3.010.061 unidades). O crescimento na demanda de 2004 até 2007 foi de 11,18%. A taxa de crescimento não é contínua em relação ao ano anterior variando em média 3,36%.

A comparação do mês com seu antecessor em cada ano foi o parâmetro adotado para analisar os crescimentos e decrescimentos na demanda do produto Garrafão 20L. A Tabela 3 ilustra as variações durante a série.

Tabela 3 – Variação da demanda em (%) em cada mês em todos os anos da série.

Variação da Demanda (%)				
Meses	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Janeiro	-	-1,54%	-3,03%	2,03%
Fevereiro	-28,37%	-22,00%	-7,09%	-21,40%
Março	13,26%	5,68%	8,39%	11,37%
Abril	6,79%	-3,99%	-14,46%	0,28%
Maio	8,11%	8,52%	13,83%	8,24%
Junho	-4,28%	2,09%	8,55%	1,59%
Julho	-4,00%	0,00%	-0,77%	-4,63%
Agosto	4,85%	0,00%	10,58%	7,98%
Setembro	3,34%	13,37%	-1,53%	-1,83%
Outubro	-4,15%	-5,16%	5,02%	4,86%
Novembro	-6,40%	-2,74%	-8,63%	0,02%
Dezembro	-0,64%	2,69%	-4,26%	-5,99%

Analisando-se os resultados, percebe-se que os meses de março e maio apresentam bons percentuais de crescimento em todos os anos, pois apresentam média de 9,67% e 9,68% respectivamente. Já o mês de fevereiro apresenta média de 19,71% de queda durante a série temporal. Nota-se ainda, ao longo da série, que a maior demanda foi 342.649 unidades, ocorrida no mês de Outubro/2006, e a menor foi 217.215 unidades, em fevereiro/2005. Durante a série, a média de demanda corresponde a 282.525 unidades ao mês. Os demais meses do ano, apresentaram oscilações entre acréscimos e decréscimos de demanda. Contudo nesse trabalho adotou-se uma sazonalidade de 12 meses.

De acordo com as características da série devem-se selecionar os métodos probabilísticos mais adequados para se fazer à previsão de demandas futuras. Como um dos objetivos é usar métodos mais acessíveis, com cálculos auxiliados por planilhas eletrônicas, optou-se por trabalhar com os métodos Holt-Winters, seja o Aditivo ou o Multiplicativo. Ressalta-se que o modelo SARIMA (auto-regressivos integrados e de médias móveis com sazonalidade) poderia

apresentar um melhor resultado, todavia precisaria de conhecimentos mais específicos e de softwares especializados por parte dos usuários (funcionários da COMPANHIA), e por isso foi preterido nesse trabalho.

Assim, com a utilização do software Excel e do Cb-Predictor calculou-se a série. Para efeito de análise dos resultados fez-se o cálculo considerando valores de janeiro de 2004 até Junho de 2007, sendo que os meses de julho a dezembro de 2007 serviram para comparação dos resultados previstos do modelo com os dados reais. A Tabela 4 mostra os resultados para os dois métodos.

Tabela 4 - Resultados da aplicação dos modelos de Holt-Winters Aditivo e Multiplicativo

Métodos	Holt-Winters' Additive	Holt-Winters' Multiplicative
Rank	2	1
RMSE	18997	18879
MAD	15954	15664
MAPE	5,958	5,805
Durbin- atson	1,692	1,628
Theil's U	0,84	0,832
Alpha	0,54	0,511
Beta	0,001	0,001
Gamma	0,726	0,607

Verifica-se então que ambos os métodos podem ser considerados adequados, devido aos baixos erros percentuais (MAPE) que apresentaram. No caso do modelo Aditivo esse erro foi de 5,958% e no caso Multiplicativo o erro foi de 5,805%.

Adicionalmente, a estatística U de Theil, para ambos os modelos, pode ser considerada satisfatória, uma vez que seus

valores ficaram abaixo de 1, e de acordo com Markridakis et. al. (1998) quanto mais próxima de 0 (zero) o valor dessa estatística melhor será a técnica de previsão usada. Caso o valor fique acima de 1 (um) é sugerido procurar outro modelo para representar a série.

O Gráfico 3 mostra o ajuste dos dados reais utilizando o modelo de Holt-Winters Multiplicativo, uma vez que esse apresentou o menor erro percentual médio.

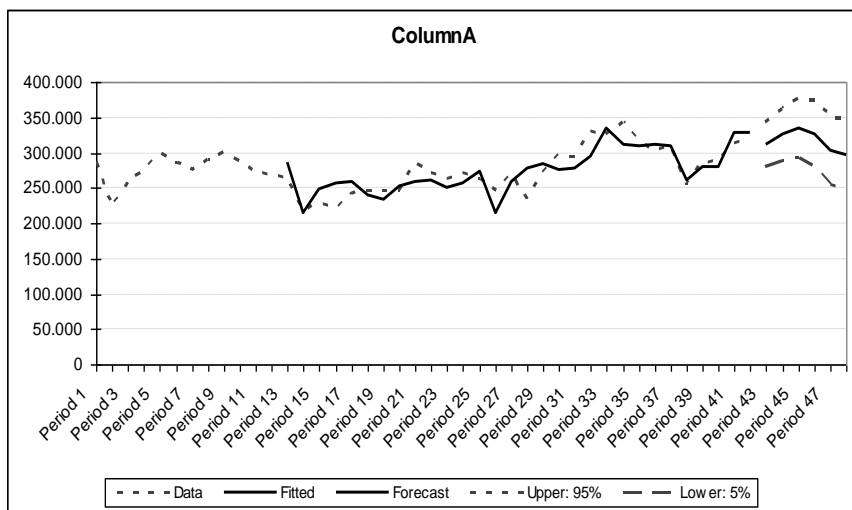



Gráfico 3 - Ajuste da série pelo modelo Holt-Winters Multiplicativo

Os valores previstos para os meses de julho até dezembro de 2007 podem ser vistos na Tabela 5. Para montagem do intervalo de confiança foi considerado um nível de 95%. Verifica-se, portanto, uma boa capacidade de previsão, na qual todos os valores reais estão dentro dos limites do valor previsto pelo modelo.

Tabela 5 - Comparação dos valores previstos com os dados reais

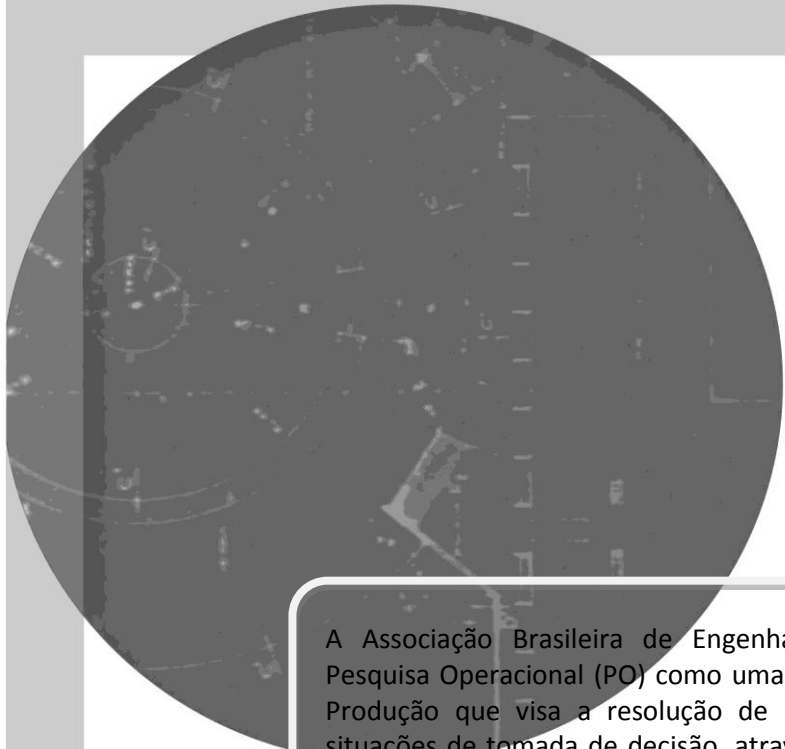
Meses	Limite inferior (5%)	Previsto	Limite superior (95%)	Dados reais	Dentro do intervalo?
Julho	280.920	311.975	343.031	304.607	Sim
Agosto	287.724	325.398	363.072	331.040	Sim
Setembro	292.255	334.387	376.520	325.104	Sim
Outubro	280.581	327.307	374.032	341.717	Sim
Novembro	254.170	302.390	350.610	341.788	Sim
Dezembro	247.136	296.830	346.523	322.460	Sim

7. Conclusão

Realizar previsão de demanda é uma atividade importante, pois pode revelar as tendências de mercado e contribuir para o planejamento estratégico da empresa. Nesse sentido, diversas técnicas vêm sendo desenvolvidas ao longo do tempo, dando-se destaque às técnicas de séries temporais. As previsões de demanda também auxiliam a solução de problemas mais imediatos, como a definição da escala de produção suficiente para atender todos os clientes e ainda manter um estoque de segurança em nível que não gere grandes custos de estocagem para a empresa.

Para alcançar tais objetivos, este trabalho utilizou a metodologia de Holt-Winters aditivo e multiplicativo e sazonalidade aditiva e multiplicativa. As escolhas desses métodos foram baseadas tanto nas características da série, entre elas tendência de crescimento e sazonalidade, quanto na facilidade de operação por parte dos técnicos que iriam utilizar o modelo. A aderência dos modelos foi avaliada por meio de um estudo de caso dirigido ao setor de água mineral da Região Metropolitana de Belém (RMB). No estudo de caso desenvolvido, a metodologia foi

direcionada a demanda do produto Garrafão 20L, observado como classe A, de acordo com a Classificação ABC ou Curva de Pareto. A aplicação da metodologia de Holt-Winters requer do pesquisador muita atenção e prática para escolher o modelo que melhor define o comportamento temporal dos dados.

Ambos os métodos (Holt-Winters aditivo e multiplicativo) apresentaram um baixo erro percentual médio (MAPE), e foram considerados satisfatórios para serem utilizados em previsões futuras da demanda do produto. Contudo, foi utilizado o modelo de Holt-Winters Multiplicativo para realizar tais previsões, pois este apresentou o menor erro percentual médio (5,805%).

Os dados reais da demanda de julho a dezembro de 2007 foram comparados com os dados previstos por esse modelo, e observou-se que, dos seis meses avaliados, todos os resultados gerados estavam dentro do intervalo de confiança previsto pelo modelo, o que, portanto confirma que o método tem boa capacidade de previsão.

A utilização desse modelo para previsão para os anos de 2008 e 2009, por exemplo, poderia gerar discrepâncias significativas, principalmente se no ano de 2008 a demanda tiver se comportado tal qual a de 2007 (crescimento em todos os meses do ano comparados aos anos anteriores com exceção de setembro e outubro) ou diferente dos anos anteriores (crescimento significativo em março com relacionado a fevereiro e decréscimo em fevereiro com relação a janeiro). Por fim, vale ressaltar que o trabalho realizado foi de grande utilidade para a empresa, principalmente por dois motivos: a modelagem permitiu maior entendimento do comportamento do produto; e os resultados foram assimilados pela empresa, constituindo fonte adicional de informação no suporte às decisões referentes a investimentos e dimensionamento do processo produtivo, dessa forma, contribuindo para redução de gastos desnecessários, mais especificamente de níveis de estoque, os quais são amarrados diretamente à previsão.

Referências

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.*

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística empresarial*. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.*

FOGLIATTO, F. Previsão de Demanda. Apostila do Curso de graduação em Engenharia de Produção e Transporte. Porto Alegre, 2003.

LARSON, R.; FARBER, B,. Estatística Aplicada. 2 ed. São Paulo: Presidente Hall, 2004.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2006.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. E HYNDMAN, R.J. Forecasting Methods and Applications. John Wiley e Sons. 3ª Edição. New York, 1998.

MORRETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. Previsão de séries temporais. 2. ed. São Paulo: Atual Editora, 1987.

PELLEGRINI, F.R. E FOGLIATTO, F. Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal. Revista Produto & Produção. Vol. 4, número especial, 2000, p.72-85.

RAGSDALE, C. Spreadsheet modeling & decision analysis. Thompson. 4ª edição. Cincinnati, 2004.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, D. F. Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.

Pesquisa Operacional

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção define a Pesquisa Operacional (PO) como uma sub-área da Engenha-ria de Produção que visa a resolução de problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, através de modelos matemáticos habitualmente processados computa-cionalmente. Aplica conceitos e métodos de outras disciplinas científicas na concepção, no planejamento ou na operação de sistemas para atingir seus objetivos. Procura, assim, introduzir elementos de objetividade e racionalidade nos processos de tomada de decisão, sem descuidar dos elementos subjetivos e de enquadramento organizacional que caracterizam os problemas.

Nesta seção é apresentada uma aplicação de P.O. com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica e a eficiência operacional da implantação de sistemas de entregas, foram desenvolvidas análises comparativas de modelos simulados.

ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO DE MEDICAMENTOS DE UMA FARMÁCIA ATRAVÉS DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Sumário do Capítulo

ESTUDO PARA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE DISTRIBUIÇÃO DE MEDICAMENTOS DE UMA FARMÁCIA ATRAVÉS DE ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS

Renata Pinheiro de Azevedo
Yvelyne Bianca Iunes Santos

Resumo

Este texto descreve um estudo de caso realizado no setor de entregas de uma farmácia de manipulação, a qual possuía um sistema de distribuição intervalar de duas em duas horas que foi comparado com outras duas propostas de otimização simuladas. Na primeira proposta, foi considerada a descentralização do ponto de partida com a manutenção dos intervalos de horários. Na segunda proposta, também foi descentralizado o ponto de partida, porém diferenciou-se da primeira por ter adotado o sistema de turnos (manhã e tarde). O modelo ROUTESEQ do software LOGWARE foi utilizado para efetuar a simulação e disponibilizar resultados como a seqüência ótima de paradas, a distância total percorrida na rota e a rota diagramada. Ao final, apresenta-se uma análise de custos baseados no consumo de combustível para verificar a viabilidade econômica e financeira da realização dessas simulações.

Palavras-chave: Roteirização de veículos; Processo de distribuição; Otimização de rotas.

1.Introdução

O setor varejista farmacêutico tem se tornado cada vez mais competitivo e só sobrevivem as empresas que conseguem, com operações enxutas, obter bons resultados. A cidade de Belém possui diversas redes de farmácias, as quais lutam pela manutenção e conquista de clientes. Conjuntamente com a qualidade do serviço prestado e a eficiência na resolução de problemas, o nível de serviço e a velocidade de atendimento são grandes contribuintes para obter-se a satisfação dos clientes.

Considerando-se o cenário acima descrito, este texto apresenta resultados de um trabalho de pesquisa operacional, o qual possuiu como objetivo estudar possíveis opções para a obtenção da otimização do sistema de entregas de uma rede de farmácias de manipulação.

A otimização de um sistema de transporte possui relevância tanto em sistemas de produção como em sistemas de comercialização, para que se obtenha um elevado grau de eficiência da performance do serviço, ao mesmo tempo em que são minimizados os custos com transporte e movimentação dos produtos. Vale lembrar que a denominada função transporte só agrega valor ao produto se disponibilizá-lo no local e momento demandados pelo mercado a um preço justo.

Nesse contexto, observa-se que, na região metropolitana de Belém, a maioria das farmácias estabelecem o tempo médio de 40 minutos para entregar os pedidos ao cliente. Porém, esse prazo desconsidera elementos como as distâncias as serem percorridas pelo entregador e os horários em que o serviço é prestado.

Este dilatado prazo de atendimento ao cliente origina questionamentos sobre os critérios adotados para o estabelecimento desses prazos: Qual o motivo para todas as entregas terem a mesma estimativa de tempo? A causa para esse problema seria a demora excessiva no tempo de processamento do pedido? No lugar disso, estaria ocorrendo um sub-dimensionamento do número de entregadores? Ou ainda, gasta-se

muito tempo durante cada entrega? Existe seqüenciamento nas rotas de entrega, a fim de otimizá-las?

O estudo aqui apresentado no formato de um caso empresarial exibe os resultados da simulação da descentralização dos pontos de distribuição de uma farmácia de manipulação localizada na região metropolitana de Belém. A estruturação dessa pesquisa baseou-se na comparação do sistema de distribuição implementado na empresa com outros dois cenários simulados, conforme as premissas elencadas a seguir:

- O Sistema instalado consistia na partida de um único ponto de distribuição;
- Nos cenários simulados estruturaram-se sistemas compostos pela pulverização de pontos de entrega a fim de diminuir as distâncias percorridas.

O conceito de pulverizar os pontos de entrega reside na idéia de que, se a distância entre a origem e o destino do produto for reduzida, além da diminuição do tempo de entrega, decrescerá o consumo de combustível. Conseqüentemente, espera-se que o desejo de prestar este serviço com maior eficiência a um menor preço seja alcançado.

2. Fundamentação teórica

Com o intuito de facilitar a integração do autor no mundo de possíveis aplicações das ferramentas de pesquisa operacional, nessa seção do texto são apresentados alguns conceitos sobre a P.O. e suas metodologias.

2.1 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (PO) é uma ciência aplicada, formada por um conjunto de técnicas que visa à determinação das melhores condições de aproveitamento dos recursos em uma situação na qual estejam sob restrições, como a econômica, a material, a humana e a temporal.

Arenales, Armetano, Morabito e Yanasse (2007) citam que, para alguns autores, pesquisa operacional significa uma abordagem científica para tomada de decisões, que procura determinar como melhor projetar e operar um sistema, usualmente sob condições que requerem a alocação de recursos escassos[1].

Sob o ponto de vista histórico, seu nome é relativamente novo, de origem militar, sendo usado pela primeira vez na Grã-Bretanha, durante a Segunda Guerra Mundial. No começo desse conflito, os organismos responsáveis pela defesa daquele país utilizaram o concurso de especialistas tais como físicos, biólogos, matemáticos para assessorar e contribuir no estudo e solução de certos problemas que, geralmente, se consideravam de atribuições estritamente militar.

O sucesso das aplicações da Pesquisa Operacional na resolução de determinados problemas de operações militares, segundo Andrade (2000), levou o mundo acadêmico e empresarial a procurar utilizar as técnicas criadas em problemas de administração. Atualmente, a pesquisa operacional ultrapassou essas fronteiras e é utilizada praticamente em todas as especialidades.

Pizzolato e Gandolpho (2009) exemplificam que a imensa amplitude das aplicações da PO encontra-se nas chamadas para os congressos trianuais da IFORS(*International Federation of the Operational Research Societies*), as quais convidam trabalhos de inúmeras áreas; dentre as quais foram pinçadas as seguintes: Energia e Meio Ambiente; Modelagem Financeira e Risco; Logística; Transporte e tráfego; Decisões multicriteriais; PO na Saúde e Ciências da vida; PO na Indústria; Educação e inovação; Gerência de desempenho; Roteamento de veículos; Simulação etc.

Segundo Wagner (1986), a maioria dos tomadores de decisão quer, antes, uma avaliação quantitativa de quais os riscos que estão em jogo nas várias alternativas, que mudanças de direção têm mais

---

[1] Veja, por exemplo, Winston(2004)

chance de aumentar os lucros e que caminhos são promissores para ulterior investigação.

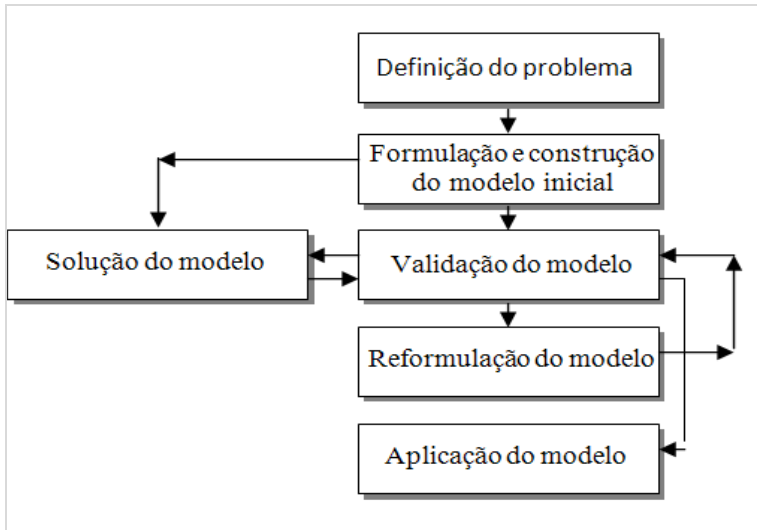
2.2 A metodologia da Pesquisa Operacional

Uma das características mais importantes que a PO possui (e que auxilia no processo de análise de decisão), é a utilização de modelos, segundo Andrade (2002). Para Goldbarg e Luna (2000) os modelos são representações simplificadas da realidade que preservam, para determinadas situações e enfoques, uma equivalência adequada.

Isto permite haver a “experimentação”, o que significa que uma decisão pode ser mais bem avaliada e testada antes de ser efetivamente implementada.

Em linhas gerais, Silva et. al (1998) colocam que a PO consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo, e através da experimentação com o modelo, na descoberta da melhor maneira de operar o sistema.

Um modelo não é igual à realidade, mas suficientemente similar para que as conclusões obtidas através de sua análise e/ou operação, possam ser estendidas à realidade.

Um estudo em Pesquisa Operacional costuma envolver seis fases: definição do problema; formulação e construção do modelo inicial; solução do modelo; validação do modelo; reformulação do modelo; aplicação do modelo, que podem ser representadas conforme o fluxograma da Figura 1 a seguir.

Fonte: Adaptado de Goldbarg e Luna (2000)
Figura 1 – Fases de um estudo de Pesquisa Operacional

Para a melhor compreensão do esquema gráfico apresentado, o quadro a seguir traz alguns comentários sobre cada etapa deste trabalho.

Etapa	Descrição
Definição do Problema	A definição do problema consiste na realização da descrição exata dos objetivos do estudo, o que contempla também o apontamento das alternativas de decisão existentes e do reconhecimento das limitações, restrições e exigências do sistema.
Formulação e Construção inicial do Modelo	A escolha do modelo apropriado é fundamental para a qualidade da solução encontrada. Essa etapa é determinante para a aplicação de ferramentas matemáticas adequadas, o que, em casos mais complexos podem gerar uma combinação de metodologias.
Solução do modelo	A solução do modelo baseia-se no uso de uma seqüência de regras matemáticas, metodologicamente estruturada através de algoritmos que buscam a solução ótima.

Validação do modelo	O modelo proposto é aceito como válido se, mesmo considerando seus erros, ele conseguir representar o sistema e fornecer uma previsão aceitável de seu comportamento. Uma forma de avaliar se o modelo é válido consiste em confrontar os resultados do modelo com resultados passados obtidos do sistema real.
Reformulação do modelo	A reformulação do modelo é necessária no caso da sua não validação, da necessidade de reduzir a sua inexatidão ou melhorar sua consistência.
Aplicação do Modelo	Consiste em identificar e implantar a solução encontrada.

Quadro 1 - Detalhamento das fases de um estudo de PO

Existem diversas áreas em que a PO vem sendo aplicada com sucesso para racionalizar recursos, reduzir custos e aumentar lucros. Neste trabalho comentam-se algumas dessas aplicações.

A seguir resumem-se setores em que as aplicações das técnicas de Pesquisa Operacional são mais freqüentes e apresentam-se comentários exemplificados no setor industrial, de serviços, na agricultura, dentre outros.

Dosagem (ou Mistura)	**Investimentos Financeiros**	**Localização**
Alimentação Formulação de Rações Fábrica de Adubos Ligas Metálicas Petróleo Minérios, etc.	Análise de Riscos de Crédito Projeto de Investimentos, etc.	Localização Industrial Localização de Centrais Telefônicas Localização de Escolas, etc.
Transporte	**Alocação de Recursos**	**Outras Aplicações**
Tamanho da Frota Roteamento, etc.	Fábricas,Fazendas, Serviços, etc.	

Quadro 2- Áreas de Aplicações da P.O.

<u>Dosagem ou Mistura</u>: problemas desse tipo possuem aplicações em quase todos os sistemas de produção. Em geral busca-se minimizar

o custo do produto que é obtido pela mistura de diversas matérias-primas. Esses insumos e matérias-primas possuem diferentes custos e composições, sejam estas diferenças químicas ou nutricionais. Portanto, as restrições referem-se à participação desses componentes na formação do produto final.

Podem ser aplicados estudos dessa natureza na pecuária, para formular dietas de ruminantes a um custo mínimo e que ao mesmo atendam às exigências nutricionais, levando ainda em consideração a utilização de outros animais e alimentos disponíveis em uma determinada região. Outra semelhante aplicação pode ser identificada na alimentação de pessoas, em que se analisam os alimentos disponíveis para um público específico. Por exemplo, no estudo de suprimentos alimentares para hospitais, *spas*, escolas, quartéis. Etc.

Na indústria de fertilizantes a PO tem sido utilizada para formular composições em que se otimizam o uso do nitrogênio, fósforo e potássio para atender às demandas de diferentes culturas agrícolas.

Na metalurgia é aplicada a PO, para determinar quais minérios devem ser carregados no alto-forno de modo a se produzir, ao menor custo, uma determinada liga metálica. Já na indústria petroquímica, pode-se definir qual deve ser a mistura de petróleo a ser enviada para uma torre de craqueamento para produzir seus derivados (gasolina, óleo, etc.) a um custo mínimo e considerando petróleos de diversas procedências e com composições diferenciadas.

Por fim, apontam-se outras aplicações de problemas de mistura na manufatura, onde se desejar definir qual a melhor composição de produtos a serem fabricados visando a maximização dos lucros, respeitando, porém as limitações ou exigências do mercado comprador e a capacidade de produção da fábrica.

<u>Transporte:</u> problemas dessa categoria possuem como objetivo principal a minimização dos custos, respeitando-se as necessidades de recebimento do destinatário e também as

capacidades de envio da fonte. Aplicações para este contexto ocorrem em sistemas produtivos que desejam transportar a um custo mínimo mercadorias para seus depósitos, os quais podem estar em localidades diferentes. O mesmo pode ser feito para o transporte entre os armazéns e os mercados varejistas.

Outras aplicações podem ser realizadas para realizar a transferência de carros de uma locadora automotiva para outra, de uma mesma rede. Problemas como esse surgem quando uma loja está com a frota demasiadamente grande, enquanto a outra possui um déficit de automóveis. Os problemas como o descrito ocorrem em decorrência de muitos contratos de locação permitirem que os automóveis locados sejam devolvidos em locais diferentes de sua origem.

Os problemas de transporte podem também ser aplicados na resolução de problemas urbanos, tais como a roteirização da coleta de lixo. Existem outras inúmeras possibilidades de problemas reais com transporte; tais como o planejamento do abastecimento de aviões visando à obtenção de um custo mínimo e respeitando as restrições demanda de combustível e disponibilidade dos fornecedores.

<u>Investimentos Financeiros</u>: Uma das áreas mais recentes em que a PO vem sendo aplicada é em Investimentos Financeiros. Nesta área pode-se aplicar a PO para fazer análise de riscos da concessão de créditos, para projetar investimentos, dentre muitos outros. Pode-se, por exemplo, desejar identificar quais as- ações devem compor uma carteira de investimento de modo que o lucro seja máximo e sejam respeitadas as previsões de lucratividade e restrições governamentais.

<u>Alocação de recursos:</u> Os problemas de Alocação de Recursos são muito comuns em PO. Pois dizem respeito à distribuição balanceada de recursos entre diversas tarefas ou operações componentes em um determinado processo. Como, normalmente, os recursos disponíveis não são suficientes para que todas as atividades sejam executadas no nível máximo de eficiência, procura-se através do uso

das ferramentas de PO. Identificar a melhor distribuição possível dos recursos de forma a atingir um valor ótimo do objetivo estabelecido para aquele processo.

Do ponto de vista prático, as organizações do setor industrial fazem uso dessas ferramentas para auxiliar a programação da produção, identificando as quantidades a serem produzidas de determinado produto, considerando-se as demandas produtivas da carteira de produtos; limitações do quantitativo de matéria-prima; mão-de-obra; equipamentos e objetivos como a maximização do lucro ou minimização dos custos.

Na agricultura a visão é semelhante para a resolução desses problemas. Contudo, deve-se observar que existem outras variáveis a considerar, tais como: características do solo; especificidades do mercado; especificações desejadas pelo comprador; maquinário disponível. É possível ainda identificar a quantidade de terra que deve ser destinada a cada atividade (plantação, pecuária, etc.) de modo obter-se o melhor retorno financeiro.

Localização: Os problemas de localização possuem também importantes aplicações práticas nos mais diversos setores. Geralmente os problemas recaem sobre a necessidade de dar suporte à tomada de decisão, pois são exemplos clássicos dessa classe de aplicações a escolha das localidades para a implantação de fábricas, escolas, hospitais ou centrais telefônicas. Evidentemente, a tomada de decisão para instalação de uma unidade produtora ou como a viabilidade econômica da instalação, infra-estrutura, demandas específicas, dentre outros.

No caso da seleção da melhor localização de para se instalar uma planta industrial ou da escolha do local para os armazéns, é possível aplicar a pesquisa operacional considerando aspectos como a minimização dos custos gerados na entrega dos produtos aos varejistas. no contexto dos estudos de localização de escolas, por exemplo, o mesmo conceito pode ser aplicado entretanto, considerando o objetivo de minimizar o espaço percorrido pelos alunos de determinado bairro até o grupo escolar.

Corte: Na Indústria da Construção Civil a PO pode ser utilizada para realizar estudos que objetivem reduzir seções transversais de estruturas como vigas e pilares. Essa é uma aplicação que deve considerar as menores dimensões possíveis para as seções, porém respeitando-se as especificações técnicas normativas sobre resistência e segurança. Outra aplicação no mesmo setor é o estudo da otimização do traçado de cabos em vigas de concreto protendido, visando à redução de perdas no corte de barras de ferro nas obras, por exemplo.

Ainda, os problemas de corte representam aplicações interessantes da PO porque além de minimizar as perdas nos cortes de barras, como na construção civil, em outros setores auxiliam a minimização da geração de refugos de produção de diversos produtos, tais como as bobinas, chapas, tecidos, papéis, móveis.

Outras Aplicações: Segundo Prado (1999), pesquisas com a utilização de PO para a redução de custos em empresas e indústrias podem alcançar resultados expressivos, tais como margens de redução de custos de até 15%. Em indústrias como as siderúrgicas e petrolíferas, onde o custo de produção pode chegar a US$ 300 milhões anuais, esses percentuais de redução representam uma economia considerável (R$45 milhões).

Uma vez comentados os principais setores que se utilizam da PO para alcançar melhores desempenhos operacionais, econômicos, sociais e competitivos, passa-se agora para a apresentação dos conceitos relacionados à roteirização de veículos, os quais serviram de base para a construção desse estudo de casos.

2.3 Roteirização de veículos

Segundo Ballou (2001), os custos de transporte compõem no mínino 33% dos custos logísticos, mas em sistemas menos eficientes, esses custos podem chegar a compor 66% do total gerado pelas operações logísticas. Por essa razão, a minimização dos gastos em transporte de mercadorias é de grande interesse das organizações.

Outro aspecto relevante sobre a importância de aumentar-se a eficiência dos transportes, é que reduzir os trajetos dos veículos envolvidos com entregas, com o intuito de minimizar tempo e distância são problemas freqüentes de decisão nesse setor, pois estão diretamente ligados itens críticos de gestão: custos e qualidade do serviço prestado.

Para esse autor, apesar da diversidade de variações nos problemas de distribuição, para fins de estudos de PO, a maioria deles se enquadra em três tipos básicos:

- Ocorrências entre um ponto de origem e um ponto de destino diferentes;
- Ocorrências entre pontos de origem e destino múltiplos;
- Ocorrências entre pontos de origem e destino coincidentes.

Segundo Laporte et al. (2000) apud Cunha (2000), o problema de roteirização de veículos consiste em definir roteiros customizados para cada sistema estudado que minimizem o custo total de atendimento, assegurando-se que: a)cada ponto seja visitado exatamente uma vez; b) a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que a atende e; c) ao final,o veículo retorne a sua origem.

3. Procedimentos para a construção do modelo

O grande número de pontos de parada é uma característica própria de sistemas de entrega do varejo. Por isso, estudos de caso nessa área necessitam de ferramentas computacionais capazes de processar sistemas complexos com muitas variáveis. Neste trabalho, optou-se pelo módulo ROUTESEQ do *software* LOGWARE, por este ser gratuito e permitir um grau satisfatório a análise de resultados.

O software utilizado neste estudo é um programa heurístico que foi concebido para poder resolver o problema clássico problema do caixeiro viajante, no qual um determinado vendedor necessita atender a um determinado número de cidades, de modo

que seu percurso seja minimizado e que todas as cidades sejam visitadas uma única vez.

O Software utilizado neste estudo seqüencia até vinte paradas em uma única rota, mais o ponto inicial (a origem), os quais são identificados através de coordenadas lineares.

A alimentação do software foi realizada por meio de um arquivo de entrada criado no editor de dados. Nesse arquivo havia 4 tipos de registros: i) as coordenadas *X,Y* do ponto de origem; ii) o fator de circuito; iii) um fator de escala de mapa e; iv) as coordenadas de cada parada. A figura 1 permite uma melhor compreensão do que foi descrito.

Problem label: Example

Circuity factor: 1.21 Map scaling factor: 1

Depot coordinates: X = 2 Y = 2

STOP DATA

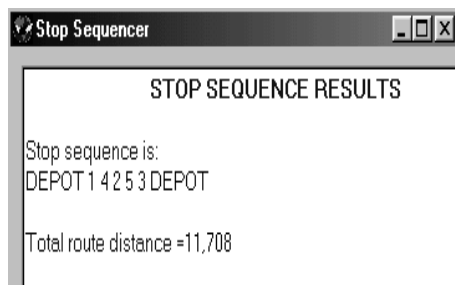
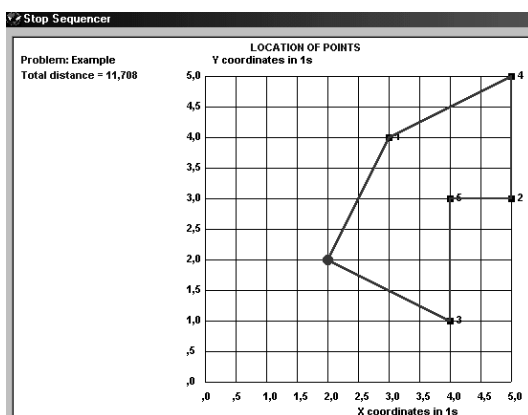
Point no.	Point label	X coordinate	Y coordinate
1	STOP 1	3	4
2	STOP 2	5	3
3	STOP 3	4	1
4	STOP 4	5	5
5	STOP 5	4	3

Fonte: *Software* ROUTESEQ
Figura 2- Tabela de dados

Após a definição das coordenadas lineares e dos registros, o próximo passo consistiu no estabelecimento da seqüência de paradas. O sistema permite que elas sejam programadas manualmente pelo analista ou automaticamente pelo próprio LOGWARE.

Uma vez que uma solução esteja disponível, os resultados são apresentados de duas formas diferenciadas:

a)A seqüência de paradas é apresentada em saídas numéricas através de um relatório. Nesse documento também é informada a

distância total percorrida na rota (figura 2);b)A rota é apresentada na forma de uma diagrama (figura 3).

Fonte: *Software* ROUTESEQ
Figura 3 -Relatório de Seqüência de Paradas

Fonte: *Software* ROUTESEQ
Figura 4 - Rota Diagramada

A coleta de dados foi realizada através de visitas e entrevistas, as quais foram conduzidas no setor de entregas de uma farmácia de manipulação localizada na região metropolitana de Belém.

As informações levantadas consistiam na maneira de organização das entregas; quantidade de entregadores e de veículos; as áreas de abrangência de cada entregador; metodologia de definição das rotas; o histórico das entregas; Levantamento dos custos envolvidos no serviço; os tempos de realização das entregas.

O instrumento de coleta utilizado foi um formulário destinado a uma amostra do total de entregadores, os quais deveriam informar os bairros percorridos, endereços, tempo entre cada entrega e a seqüência em que eram realizadas as entregas dos medicamentos.

Este estudo foi executado em três meses, no ano base de 2008.

4. Estudo de Caso: Estudo da roteirização do sistema de entregas de uma farmácia de manipulação

O Contexto da empresa: a farmácia de manipulação possui quatro unidades, sendo uma matriz e duas filiais em Belém; além de uma filial em Ananindeua. Este estudo de casos foi realizado na sede da empresa, no Bairro Umarizal, e na filial do Bairro de Batista Campos. O departamento de entregas contava, na época de realização deste estudo, com um total de cinco entregadores, os quais eram sediados no segundo bairro.

O setor de produção da empresa localizava-se na matriz. Portanto, para que o setor de entregas operasse, era necessário que um entregador transferisse os produtos acabados do Bairro Umarizal para o Bairro Batista Campos. A partir de agora, neste trabalho, vamos nos referir ao funcionário responsável pelo traslado dos medicamentos como Entregador 5 (os dados desse funcionário são apresentados na tabela 1).

Através do desenvolvimento dessa pesquisa, observou-se que chegando à filial, os medicamentos eram conduzidos até o departamento de entregas da farmácia já com uma comanda que indicava o seu destino e o horário em que cada medicamento

deveria ser entregue aos clientes. Após essa etapa, os produtos iam para separação, onde ficavam classificados em *boxes* diferenciados para cada bairro e subdivididos em horários. Dessa forma, cada entregador, executaria as entregas conforme as instruções recebidas e conforme suas experiências prévias no trânsito de Belém.

A empresa estabelecia horários programados para cada entregador, tanto de saída quanto de retorno à loja. Portanto, era desconsiderada a duração de cada entrega. Os horários estabelecidos para cada funcionário desse departamento estação disponíveis na tabela 1, a seguir.

Tabela 1- Horário dos entregadores

Entregador 1 e 2		Entregador 3 e 4		Entregador 5	
Saída da Loja	Retorno à Loja	Saída da Loja	Retorno à Loja	Saída da Loja	Retorno à Loja
09:00	11:00	09:00	11:00	09:00	Ao término
11:00	14:00	11:00	14:00		
14:00	16:00	14:00	16:00		
16:00	18:00[2]	16:00	17:30		
		17:30	Dia Seguinte		

Os entregadores 1, 2, 3 e 4 trabalhavam de segunda a sábado realizando somente entregas. Entretanto, o entregador 5 realizava entregas somente as segundas e quintas-feiras,sendo responsável ainda por executar rotas entre as lojas (matriz e filiais) para levar documentos, matéria-prima, medicamentos, e outros materiais nos

[2] A partir de sua última saída da loja os entregadores deverão retornar a mesma apenas quando finalizar todas as entregas, porém sem exceder o horário das 19 horas.

dias restantes. A taxa de entrega (em R$) era única para qualquer localidade não havendo critérios estabelecidos para distância.

Analisando-se os dados históricos de entregas da farmácia em gráficos mensais de Bairros x Números de Entregas, constatou-se que independentemente do mês, havia picos de entregas recorrentes em determinados bairros.

Nesse estudo de casos foram selecionados os dois entregadores com maiores picos de entregas recorrentes em bairros repetidos:

A) Entregador 1, com muitas ocorrências no Bairro do Marco;

B) Entregador 3, nos Bairros de Batista Campos e Reduto.

As coordenadas de cada ponto de parada foram retiradas de um mapa digitalizado da cidade de Belém, em formato AutoCAD com escala de 1:10000 metros.

Tomou-se como ponto de origem (0,0) no mapa o centro de distribuição, no caso, a farmácia de onde partiam os entregadores, e a partir daí foram anotadas as coordenadas ponto a ponto de entrega. Após inserirem-se todos os parâmetros necessários para que o modelo fornecesse o resultado, partiu-se para a análise das informações obtidas.

Levantamento de custos: O levantamento de custos desse estudo consistiu na análise de itens como:

- A remuneração dos entregadores da empresa, que nesse caso possuíam vinculo empregatício com salários mensais fixos mais uma comissão sobre as taxas de entregas;
- A propriedade das motos era dos entregadores, logo os custos de manutenção eram assumidos por eles;
- Os custos gerados pelo consumo de combustível eram de responsabilidade da empresa.

Tornou-se necessário o conhecimento da média de quilômetros percorridos em uma única entrega para a realização

dos cálculos dos custos com combustível, obtida a partir da fórmula (1) abaixo:

$$\text{Média Km/entrega} = \frac{\sum \text{Km obtida através do software}}{\text{número de entregas totais}} \quad (1)$$

Para encontrar o custo do consumo de combustível, extraiu-se do questionário o consumo médio dos veículos (30 Km/litro) e o preço médio do litro de combustível vigente no período (R$ 2,77). Veja a fórmula (2):

$$\text{Custo do Combustível} = \frac{\text{Média Km/entrega (Km)} * \text{Preço do Litro (R\$)}}{\text{Consumo do Veículo (Km/Litro)}} \quad (2)$$

Os dados apresentados nesse trabalho referem-se aos entregadores 1 e 3.

Resultados

Validação do Modelo Construído: O modelo foi construído com o auxílio do software e validado através da comparação entre uma entrega realizada na prática e a simulação dessa mesma entrega no software. Como os resultados foram aceitáveis, concluiu-se que o modelo representava a realidade dentro de uma faixa de erro aceitável.

4.1 Propostas de otimização

Proposta 1: Descentralização do ponto de distribuição e permanência dos intervalos de horários

A primeira proposta de otimização do setor de entregas seria distribuir os entregadores ao longo das filiais da empresa, ao invés de deixá-los concentrados em um único ponto. Para obter essa solução, foram simulados outros pontos de partida para as entregas de modo a reduzir as distâncias percorridas entre o ponto

de origem e os bairros mais representativos em termos de demanda.

Como as áreas de análises deste trabalho se concentram basicamente no centro de Belém, apenas as outras duas unidades da cidade de Belém foram incluídas na simulação, tendo como coordenadas de origem (0,135 , 0,064) e (0,072 , 0,104). As tabelas 4 e 5 (Apêndice 1) mostram os dados lançados em planilhas de Excel e os resultados obtidos de seqüências e distâncias para o entregador 1 e 3, respectivamente.

Proposta 2: Descentralização do ponto de distribuição e mudança para turnos – manhã e tarde.

A farmácia em questão trabalhava em um regime onde os entregadores deveriam retornar à origem, a cada duas horas, com o intuito de se reabastecerem para seguir com as entregas. Porém, se o sistema fosse alterado para funcionar por turnos, manhã, de 09hs às 13hs, e tarde, de 14hs até terminarem as entregas, talvez as distâncias e os custos fossem menores. Evidentemente, essa mudança não deveria interferir no serviço prestado aos clientes, especialmente no caso de haver alguma prioridade.

Por isso, outra simulação foi rodada: agrupando-se os dois grupos de horários da manhã em um só. Por exemplo, se havia 7 entregas no período de 9hs às 11hs e 8 entregas no período de 11hs às 13hs, agora o período da manhã conteria 15 entregas agrupadas.

Esta parte do estudo foi somente com o entregador três por razão de disponibilidade.

A Tabela 2 permite uma melhor compreensão do descrito ao demonstrar a comparação entre i) a distância simulada em turnos e ii) a soma das distâncias simuladas por períodos. A coluna "Diferença" calcula a soma das distâncias simuladas por período subtraída das distâncias simuladas diretamente em turnos.

Tabela 2-Diferença entre a soma das distâncias simuladas por período e simuladas por turnos

		Entregador 3								
Dia	Período	Ponto Partida (0 , 0)			Ponto Partida (0,135 , 0,064)			Ponto Partida (0,072 , 0,104)		
		Turnos	Soma	Diferença	Turnos	Soma	Diferença	Turnos	Soma	Diferença
		(Km)			(Km)			(Km)		
Dia 1	Manhã	1,056	1,699	0,644	1,188	1,973	0,785	3,000	1,773	-1,226
	Tarde	0,874	1,299	0,425	0,967	1,838	0,871	0,930	1,666	0,735
Média		0,910	1,262	0,352	0,985	1,457	0,472	1,019	1,380	0,362

Observou-se com essa simulação que a pulverização de entregadores pelas filiais, reduziria sensivelmente as distâncias percorridas e por conseqüência, os custos envolvidos.

4.2 Análise dos custos com combustível

Para analisar a viabilidade econômico-financeira dos cenários estudados, optou-se por considerar apenas o fator consumo de combustível, uma vez que é o custo variável mais expressivo no processo de distribuição da empresa em estudo.

Para encontrar o custo de 1 (um) quilômetro rodado, utilizou-se das fórmulas 1 e 2 descritas na seção levantamento de custos. As tabelas a seguir representam os custos obtidos para

o entregador 1 e 3, respectivamente.

Tabela 3- Custo do combustível por entrega para entregador 1

Entregador 1			
Pontos de Partida	(0 , 0)	(0,135 , 0,064)	(0,072 , 0,104)
Soma Distâncias (Km)	31,295	20,202	22,534
Média Km / 129 Entregas	0,243	0,157	0,175
Custo Combustível / Entrega	R$ 0,0224	R$ 0,0144	R$ 0,0161

Para encontrar o custo de 1 (um) quilômetro rodado, utilizou-se das fórmulas 1 e 2 descritas na seção levantamento de custos. As tabelas a seguir representam os custos obtidos para o entregador 1 e 3, respectivamente.

Tabela 4 - Custo do combustível por entrega para entregador 3.

Entregador 3			
Pontos de Partida	(0 , 0)	(0,135 , 0,064)	(0,072 , 0,104)
Soma Distâncias	35,340	40,794	38,647
Média Km / 324 Entregas	0,109	0,126	0,119
Custo Combustível / Entrega	R$ 0,01	R$ 0,0116	R$ 0,0109

Tabela 5 – Volumes de entregas mensais - 2008/Bairro (Entregador 1)

Ano Base: 2008													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	acum.
Total	622	488	585	500	510	590	481	496	456	530	540	494	6.292

As Tabelas 9 e 10 retratam apenas os bairros de abrangência dos Entregadores 1 e 3, suas entregas por mês e o acumulado anual, respectivamente**.**

Tabela 6 - Volumes de entregas mensais - 2008/Bairro (Entregador 1)

Ano Base: 2008	
Mês	Total
JAN	653
FEV	482
MAR	653
ABR	605
MAI	709
JUN	664
JUL	546
AGO	619
SET	651
OUT	674
NOV	648
DEZ	580
acum.	7.484

Ambas as Tabelas 5 e 6 permitem realizar uma análise de custos em longo prazo. Multiplicando o fator encontrado para o custo médio de combustível pelos valores totais mensais a partir dos três pontos de origem serão geradas a tabelas 7 representando

o custo de combustível e a economia caso se parta de uma determinada origem ao invés de outra.

Tabela 7 - Custo anual de combustível – entregador 1 e 3

Entregador 1					
	Custo de Combustível			Economia de:	
	Ponto (0,0)	Ponto (0,135, 0,064)	Ponto (0,072,0,104)	se (0,135,0,064) ao invés (0,0)	se (0,072,0,104) ao invés (0,0)
Total/ Ano	R$ 140,94	R$ 90,60	R$ 101,30	R$ 50,34	R$ 39,64
Entregador 3					
	Custo de Combustível			Economia de:	
	Ponto (0,0)	Ponto (0,135,0,064)	Ponto (0,072,0,104)	se (0,0) ao invés (0,135,0,064)	se (0,0) ao invés (0,072,0,104)
Total/ Ano	R$ 74,84	R$ 86,81	R$ 81,57	R$ 11,97	R$ 6,73

A quantificação dos gastos totais com combustível por ano, na ultima linha da tabela, permite que sejam analisados desperdícios no emprego desse recurso, caso não sejam adotados critérios racionais para a escolha do ponto de origem previamente estudado.

Porém, não se pode deixar de considerar que, com a descentralização do ponto de distribuição, o entregador 5 - que antes percorreria apenas o caminho partindo do ponto (0,135 , 0,064) para o ponto (0,0)- passa a atender também o ponto (0,072, 0,104). Os dados de origem e pontos de chegada foram lançadas no ROUTESEQ, adotando-se 1,21 para fator de circuito e 1 para fator de escala de mapa. A Tabela a seguir demonstra o custo das rotas para o entregador 5 nesse novo cenário.

Tabela 8 - Custos das rotas entre unidades realizadas pelo entregador 5

Entregador 5	
Dist. Percorrida (milhas)	0,351
Dist. Percorrida (Km)	0,565
R$ / Entregas	R$ 0,052
R$ / Ano	R$ 14,97

Adotando que o entregador 5 realiza as entregas seis vezes por semana em um mês, observa-se que ele faz o mesmo percurso 288 vezes ao ano para transportar medicamentos entre as unidades (totalizando R$ 14,97 por ano). Observando a Tabela 8, nota-se que a economia de R$ 50,34 apenas do Entregador 1, partindo do ponto (0,135,0,064) ao invés (0,0), já compensaria a geração desse novo custo.

5. Considerações Finais

Este trabalho objetivou demonstrar uma aplicação da pesquisa operacional na roteirização de um sistema de entregas de varejo. O estudo foi realizado na Região Metropolitana de Belém, em uma farmácia de manipulação que desejava aumentar sua eficiência de entrega no mesmo passo em que necessitava reduzir os custos operacionais deste serviço.

A proposta de otimização adequada para o Entregador 3, seria a adoção dos turnos - manhã e tarde ao invés de períodos intervalares de duas horas, acarretando uma redução de 0,352 quilômetros percorridos. Devido à área de abrangência deste profissional estar relacionado às localidades próximas ao seu ponto de partida já estabelecido, a proposta de mudança do ponto não é viável, fazendo com que alterações aumentem a distância percorrida e conseqüentemente os custos com combustível.

A partir dos resultados encontrados para apenas três pontos de distribuição e dois entregadores analisados, permitiu-se concluir que distâncias desnecessárias estavam sendo percorridas e que gastos excessivos foram gerados. Porém, aponta-se a necessidade da realização de estudos mais aprofundados nessa área,

especialmente considerando todos os entregadores do departamento de entregas.

Esse estudo possuiu potencial para auxiliar na tomada de decisão de planejamento e intervenção nas operações de entregas desta empresa a fim de elevar seu nível de serviço e sua eficiência econômica.

Almeja-se que com o estudo deste caso tenha sido parcialmente exposta a relevância das técnicas de Pesquisa Operacional para o aumento da competitividade das organizações.

Referências

ANDRADE, E. L. (2000). Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para a Análise de Decisão – 2ª edição – Rio de Janeiro: LTC, 2000.

ARENALES, M.;ARMETANO,V.; MORABITO,R.; YANASSE, H. (2007). Pesquisa Operacional para Cursos de Engenharia - 2ª edição – Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BALLOU, R. H. (2001). Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial; trad. Elias Pereira. – 4ª edição – Porto Alegre: Bookman, 2001.

CUNHA, C.B. (2000). Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais; Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, v.8, n.2, p.51-74, 2000.

GANHOTO, M. A. (2004). Abordagens para problemas de roteamento. Dissertação de Mestrado – Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação, 2004.

GOLDBARG, M.C.;LUNA, H.P. (2000). Otimização combinatorial e programação linear: modelos e algoritmos - 7ª edição – Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

PIZZOLATO, N. D.; GANDOLPHO,A.A. (2009). Técnicas de Otimização – Rio de Janeiro:LTC, 2009.

PRADO, D. S. (1999). Programação Linear - 1ª edição- Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, v. 1, 1999.

SIQUEIRA, P. H. (2005). Uma nova abordagem na resolução do problema do Caixeiro Viajante. Tese de Doutorado- Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, 2005.

SILVA,E.M.; SILVA, E.M.; GONÇALVES,V.; MUROLO,A.C. (1998). Pesquisa Operacional para os cursos de: Economia, Administração e Ciências Contábeis - 2ª edição – São Paulo: Atlas, 1998.

WAGNER, H. M. (1986). Pesquisa Operacional- 2ª edição – Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1986

WINSTON, W. L. (2004). “Operations Operations Research”- 4ª edição – Toronto: Thomson, 2004.

Apêndice

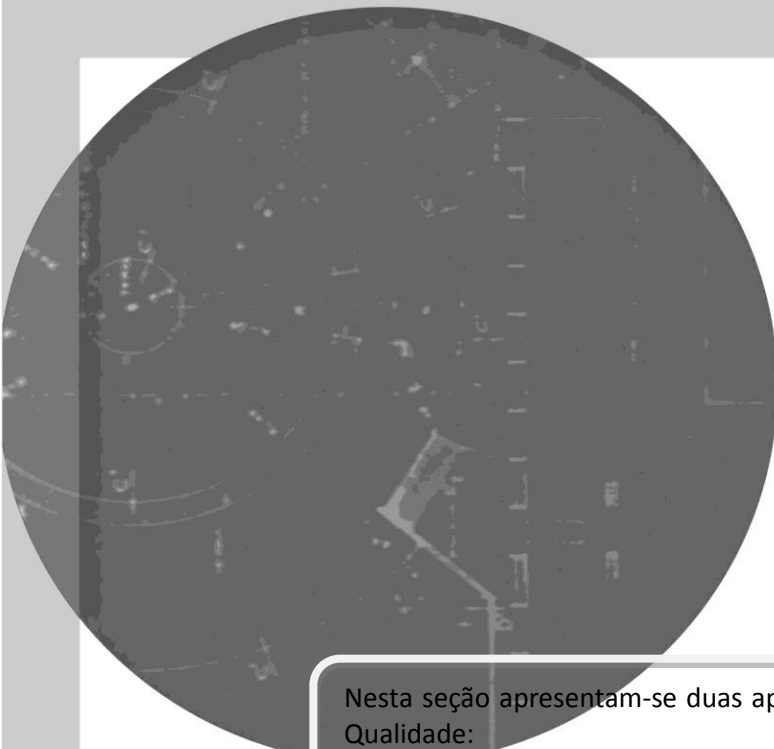



Tabela 9 - Seqüências e distâncias obtidas pelo entregador 1, origem (0,0), (0,135 , 0,064) e (0,072 , 0,104)

Entregador 1															
			Metros		**Milhas**		**Ponto Partida (0 , 0)**			**Ponto Partida (0,135 , 0,064)**			**Ponto Partida (0,072 , 0,104)**		
Dias	Período	Número Entrega	X	Y	X	Y	Seqüência	Dist. Perc. (milhas)	Dist. Perc. (Km)	Seqüência	Dist. Perc. (milhas)	Dist. Perc. (Km)	Seqüência	Dist. Perc. (milhas)	Dist. Perc. (Km)
Dia 1	09:00 – 11:00	Ent 01	340	261	0,211	0,162	2-1-3-5-4	0,672	1,081	4-5-3-1-2	0,514	0,827	4-5-3-1-2	0,487	0,784
		Ent 02	38	235	0,024	0,146									
		Ent 03	401	207	0,249	0,129									
		Ent 04	302	174	0,188	0,108									
		Ent 05	341	167	0,212	0,104									
					Média		0,748	1,204		0,483	0,777		0,539	0,867	Média

Tabela 10 - Seqüências e distâncias obtidas pelo entregador 3, origem (0,0), (0,135 , 0,064) e (0,072 , 0,104)

Entregador 3															
			Metros		**Milhas**		**Ponto Partida (0 , 0)**			**Ponto Partida (0,135 , 0,064)**			**Ponto Partida (0,072 , 0,104)**		
Dias	Período	Número Entrega	X	Y	X	Y	Seqüência	Dist. Perc. (milhas)	Dist. Perc. (Km)	Seqüência	Dist. Perc. (milhas)	Dist. Perc. (Km)	Seqüência	Dist. Perc. (milhas)	Dist. Perc. (Km)
Dia 1	09:00 - 11:00	Ent 01	-64	51	-0,040	0,032	4-3-6-7-2-5-1	0,576	0,927	2-5-1-4-3-6-7	0,658	1,059	7-6-4-2-5-1-3	0,598	0,962
		Ent 02	17	-191	0,011	-0,119									
		Ent 03	52	137	0,032	0,085									
		Ent 04	12	30	0,007	0,019									
		Ent 05	-119	-19	-0,074	-0,012									
		Ent 06	81	76	0,050	0,047									
		Ent 07	114	78	0,071	0,048									
					Média			0,422	0,680		0,487	0,784		0,462	0,743

Gestão da Qualidade

Nesta seção apresentam-se duas aplicações da Gestão da Qualidade:

- Um Estudo de Caso Controle Estatístico da Qualidade em um processo de controle de resíduos no Estado de Santa Catarina.

- Um Estudo de Casos do Planejamento e Controle da Qualidade aplicada a Serviços.

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE PROCESSOS MONITORADOS POR GRÁFICOS DE CONTROLE DE REGRESSÃO

Sumário do Capítulo

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE PROCESSOS MONITORADOS POR GRÁFICOS DE CONTROLE DE REGRESSÃO

Edson Marcos Leal Soares Ramos

Vanessa Mayara Souza Pamplona

Fábio José Hipólito Ferreira

Resumo

A capacidade de um processo pode ser definida como a habilidade deste em desempenhar suas funções satisfazendo certas especificações e tolerâncias. Estudos recentes envolvendo índices de capacidade em processos produtivos foram desenvolvidos levando em consideração uma única variável isolada, porém, neste trabalho desenvolvem-se índices de capacidade para variáveis correlacionadas e monitoradas via gráfico de controle de regressão. Dessa maneira, a partir da aplicação em um processo produtivo de coleta de resíduos da cidade de Santa Maria – RS pôde-se comprovar que os índices de capacidade desenvolvidos são excelentes ferramentas do controle estatístico da qualidade para a avaliação da capacidade de processos envolvendo variáveis correlacionadas e monitoradas a partir do gráfico de controle de regressão clássica, isto é, são ferramentas úteis no desenvolvimento de soluções de problemas complexos em engenharia de produção.

Palavras-chave: Variáveis correlacionadas; Gráficos de controle de regressão; Índices de capacidade.

1. Introdução

Com o aumento da concorrência entre as indústrias, os métodos estatísticos estão sendo cada vez mais utilizados na investigação, análise e solução de problemas, e parte deles são conhecidos como Controle Estatístico da Qualidade (CEQ). O objetivo da utilização do CEQ é melhorar a qualidade dos produtos e serviços e, ainda, reduzir os custos de sua fabricação.

Desde sua introdução, por Shewhart, os gráficos de controle têm sido a ferramenta do CEQ mais utilizada para monitorar e manter o controle estatístico dos processos. Um processo de produção está sob controle estatístico, quando as amostras analisadas apresentam uma variabilidade controlada e previsível, porém, é importante verificar se o processo produtivo está sendo capaz de atender às especificações estabelecidas.

Dentre as várias formas existentes para verificar a capacidade do processo, Ramos (2003, *p*. 42) afirma que devido à sua simplicidade de obtenção e avaliação, os índices de capacidade do processo são um bom exemplo de ferramenta do CEQ com ampla utilização industrial.

Em muitos casos durante a avaliação de um processo, há necessidade de monitorar mais de uma característica da qualidade simultaneamente. Neste caso, não se pode aplicar os tradicionais gráficos de controle Shewhart, pois a necessidade de controle simultâneo de variáveis está no fato de que muitas vezes as variáveis parecem estar sob controle estatístico quando analisadas separadamente, mas, na verdade, o sistema formado a partir da relação entre as variáveis poderá estar fora de controle estatístico (JACKSON, 1956).

O Gráfico de Controle de Regressão (GCR) é uma ferramenta estatística utilizada no monitoramento de processos que possuem interferência conjunta de variáveis, ou seja, possuem duas ou mais variáveis que apresentam relação de dependência entre si, sendo dessa forma, uma excelente alternativa para o monitoramento de processos com variáveis correlacionadas.

Os índices de capacidade são números adimensionais que permitem uma quantificação do desempenho dos processos e utilizam as informações de modo que seja possível avaliar se um processo é capaz de gerar produtos que atendam às especificações exigidas.

De acordo com Montgomery et al. (2004) devido aos muitos aspectos da prática de engenharia envolverem o trabalho com dados, obviamente algum conhecimento de estatística é importante para qualquer engenheiro. Especificamente, técnicas estatísticas podem ser uma ajuda poderosa no planejamento de novos produtos e sistemas, desenvolvendo e melhorando os processos de produção. Comumente, o engenheiro de produção se depara com eventos inconstantes entre uma observação e outra, comportando-se de maneira não aleatória, por exemplo, o tempo de produção de uma peça raramente é o mesmo de uma peça para a seguinte, mesmo o número de máquinas em reparo varia de dia para dia. Uma grande parte do trabalho do engenheiro de produção é ligada a este tipo de comportamento, assim o engenheiro de produção deve tomar decisões e auxiliar terceiros a tomar, deve responder às perguntas contidas no contexto da variação das informações recebidas. Dessa maneira, este trabalho se propõe a oferecer um conjunto de novas ferramentas do controle estatístico da qualidade, capazes de auxiliá-lo em algumas dessas ocasiões. Portanto, os índices para a avaliação da capacidade de processos desenvolvidos são úteis quando gráficos de controle de regressão são utilizados para modelar, monitorar e avaliar um processo produtivo ou um serviço.

2. Métodos Estatísticos

2.1 Controle Estatístico da Qualidade e Gráficos de Controle

Segundo Deming (2000), qualidade significa atender e, se possível, exceder as expectativas do consumidor. O Controle Estatístico da Qualidade possui uma grande variedade de ferramentas (por exemplo, gráficos de controle e índices de

capacidade) para a resolução de problemas, úteis na obtenção da estabilidade e melhoria da capacidade produtiva dos processos.

O gráfico de controle é uma representação gráfica de uma característica da qualidade (variável em estudo) que foi medida ou calculada a partir de uma amostra *versus* o número da amostra ou do tempo. O gráfico de controle possui uma linha central, que representa o valor médio da característica da qualidade, e duas outras linhas horizontais, chamadas limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC). A Figura 1 mostra um exemplo de gráfico de controle do tipo Shewhart.

Ribeiro (2007) comenta que a qualidade de um produto fabricado num processo é inevitavelmente acompanhada de variações, sob estas condições, os gráficos de controle são ferramentas do CEQ úteis para distinguir em um processo, as variações que não podem ser identificadas e eliminadas (causas aleatórias ou especiais), ou seja, variações inerentes ao processo de produção, daquelas que necessitam ser identificadas e eliminadas (causas assinaláveis ou identificáveis).

O comportamento do processo pode ser monitorado a partir da ferramenta denominada gráfico de controle. A partir dos limites superior e inferior (vide Figura 1) pode-se identificar duas situações: a) se o sistema funciona dentro de um nível aceitável ou b) se ele está fora de controle, apresentando ocorrências de pontos fora dos limites calculados. Complementarmente, pode-se identificar uma outra informação útil ao monitoramento de um determinado processo: mesmo que todos os pontos do gráficos estejam situados entre os limites de controle, pode-se avaliar a presença de tendências, ciclos ou alguma outra configuração típica dos pontos que os levem a alcançar o descontrole estatístico.

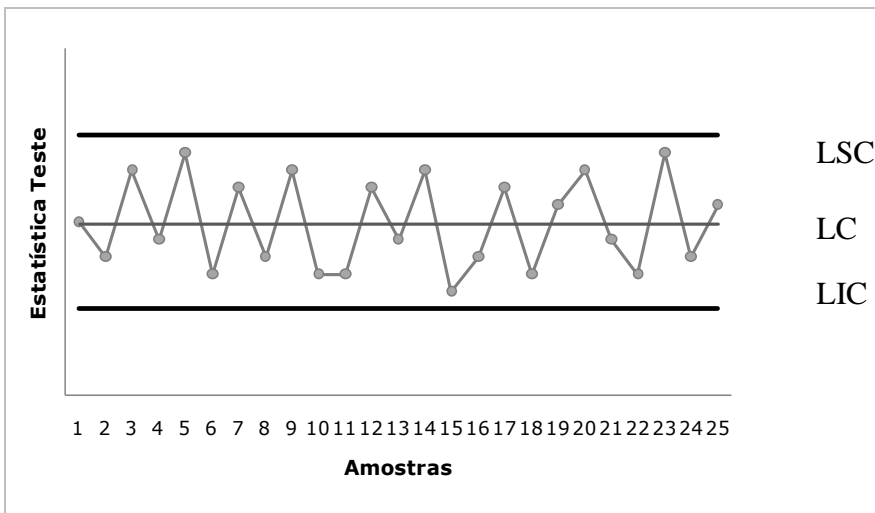



Figura 1- Exemplo de Gráfico de Controle Proposto por Shewhart, em 1924.

2.2 Introdução a Análise de Regressão

A análise de regressão é um dos métodos estatísticos mais utilizados na resolução de problemas que tem como objetivo a identificação e quantificação de relações funcionais entre duas ou mais variáveis, por meio de um modelo matemático. Durante a aplicação do modelo de regressão clássica é importante identificar qual é a variável dependente e qual é a variável independente. Um dos principais objetivos do ajustamento do modelo é estimar a variável dependente em função da(s) variável (eis) independente(s). Se *Y* pode ser estimado em função de *X* por meio de uma equação, esta equação é denominada de equação de regressão de *Y* sobre *X*.

Um modelo dessa natureza é chamado de estocástico, devido à presença de certa aleatoriedade, e pode ser expresso por

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i, \qquad i = 1, \ldots, n, \tag{1}$$

em que os parâmetros β_0 e β_1 são desconhecidos e podem ser estimados pelos dados da amostra, X_i é o *i-ésimo* valor da variável preditora (é uma constante conhecida, fixa), Y_i é o *i-ésimo* valor da

variável resposta e ε_i é o *i-ésimo* valor do termo aleatório. Se fosse conhecido o valor de ε_i, poderia ser calculado de forma precisa o valor de Y_i, mas como ε_i é aleatório, Y_i pode ser apenas estimado. Com isso, o modelo de regressão estimado é

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i, \qquad i = 1,\ldots,n, \tag{2}$$

em que $\hat{Y}_i$ (lê-se Y_i chapéu) é o valor estimado de Y_i e $\hat{\beta}_0$ e $\hat{\beta}_1$ são os estimadores de β_0 e β_1, dados pelas Equações (4) e (5), respectivamente.

2.3 Método de Mínimos Quadrados

Seja um conjunto de observações (X_i, Y_i), com i = 1, 2,..., n. O método de mínimos quadrados utiliza a soma dos quadrados dos desvios de Y_i em relação ao seu valor esperado $E(Y_i)$, representado por

$$SQ_Y = \sum_{i=1}^{n}[Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_i)]^2. \tag{3}$$

Em seguida, derivando SQ_Y em relação a β_0 e β_1 e igualando o resultado de cada um destes a 0 (zero), são encontrados os estimadores para β_0 e β_1, os quais são apresentados nas Equações (4) e (5), respectivamente, onde n representa o tamanho da amostra utilizada para a construção do modelo de regressão e $\overline{X}$ e $\overline{Y}$ são as, respectivas, médias aritméticas de X e Y.

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{n} - \hat{\beta}_1 \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \overline{Y} - \hat{\beta}_1 \overline{X}. \tag{4}$$

e

$$\hat{\beta}_1 = \frac{S_{XY}}{S_{XX}} = \frac{n\left(\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)}{n\left(\sum_{i=1}^{n} X_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)}. \tag{5}$$

2.4 Gráfico de Controle de Regressão

Para a construção do gráfico de controle de regressão linear, assume-se que os valores da variável dependente *Y* são linearmente relacionados com a variável independente *X*. Para cada valor específico *X* é assumido que os valores de *Y* são normalmente e identicamente distribuídos. Mandel (1969) apresenta a linha central e os limites superior e inferior de controle para o gráfico de controle de regressão linear, os quais são definidos por

$$\begin{aligned} \text{LSC} &= \hat{Y}_i + k\hat{\sigma}_y \\ \text{LC} = \hat{Y}_i &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i \\ \text{LIC} &= \hat{Y}_i - k\hat{\sigma}_y \, , \end{aligned} \tag{6}$$

onde *k* é a quantidade de desvios padrão assumido em torno da linha central, podendo ser qualquer valor no conjunto dos números reais (tradicionalmente é utilizado *k* = 3) e $\hat{\sigma}_Y$ é um estimador do erro padrão do modelo de regressão. De acordo com Mandel (1969), o erro padrão para o gráfico de controle de regressão é o desvio padrão estimado baseado nos desvios dos valores observados sobre a linha de regressão e é dado por

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}, \tag{7}$$

onde Y_i é o resultado observado da variável resposta *Y* para cada valor da variável preditora *X*, *n* é o tamanho da amostra e $\hat{Y}_i$ é o valor esperado da variável resposta obtidos a partir da Equação (2).

2.5 Índices de Capacidade

De maneira geral, os gráficos de controle são úteis no monitoramento do nível e da variabilidade de um processo, no

entanto, surgem situações em que é necessário analisar esta variabilidade em relação às especificações de um processo ou produto qualquer, para a eliminação ou redução dessa variabilidade, sendo neste aspecto, os índices de capacidade uma importante ferramenta estatística frequentemente utilizada para este propósito.

Basicamente, o estudo da capacidade visa verificar se o processo consegue atender às especificações, ou não. Ou seja, é avaliado se a dispersão natural (6σ) de um processo está dentro dos limites de especificação. Kotz e Lovelace (1998) apresentam uma grande variedade de índices de capacidade. Entretanto, os índices C_p, C_{pu}, C_{pl} e C_{pk} são utilizados com maior frequência para mensurar a capacidade de um processo em atender às especificações e também são conhecidos como índices da 1ª geração, por terem sido os primeiros a serem desenvolvidos.

Os índices de capacidade da 2ª geração foram desenvolvidos e adaptados com a Função Perda de Taguchi (ou Projeto Robusto) e o primeiro índice proposto nessa geração foi o índice C_{pm}. Segundo Kotz e Lovelace (1998), a 3ª geração iniciou por volta de 1990, seguido de um desencadeamento de vários outros novos índices. O índice C_{pmk} é chamado de índice de 3ª geração, pois é uma combinação de C_{pk}, um índice de 1ª geração, com C_{pm}, um índice de 2ª geração.

2.5.1 Índices C_p e C_p^*

O índice de capacidade C_p foi projetado para dar uma medida indireta da habilidade do potencial do processo em satisfazer as exigências e é definido por

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}, \tag{8}$$

em que *LSE* e *LIE* são os limites superior e inferior de especificação, respectivamente.

Na prática, eventualmente o desvio padrão do processo (σ) não é conhecido. Neste trabalho o desvio padrão σ da Equação (8) é estimado por $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i-\hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}$. Assim, a Equação (8) passa a ser escrita como

$$\hat{C}_p(R)=\frac{LSE-LIE}{6\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i-\hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}}. \quad (9)$$

Observa-se, ainda, que o índice C_p mede a dispersão permitida pelo processo somente em relação à sua dispersão natural, não levando em consideração o local onde está centrado. Dessa forma, o processo assume que o valor alvo, ou valor objetivo, *T* (do inglês *target*), fixado pela gerência da empresa ou por força de lei, para a média do processo, coincide com o ponto médio $M=\frac{(LSE+LIE)}{2}$ dos limites de especificação. Caso $T \neq M$, o processo é denominado como Processo com Tolerância Assimétrica, e a estimativa indicada por C_p não representa a capacidade real do processo.

Para se calcular o índice C_p relativo a processos que apresentam tolerâncias assimétricas, deve-se utilizar o índice C_p^*, definido como

$$C_p^*=\frac{min(LSE-T;T-LIE)}{3\sigma}. \quad (10)$$

Com base em C_p^*, percebe-se que se *T* = *M*, então $C_p^* = C_p$. Como *σ* é geralmente desconhecido, a equação estimada de C_p^*, neste trabalho, é dada por

$$\hat{C}_p^*(R) = \frac{min(LSE - T; T - LIE)}{3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}}. \qquad (11)$$

2.5.2 Teste de Hipóteses e o Índice C_p

Para Kotz e Lovelace (1998), na análise da capacidade de um processo, o interesse é testar as hipóteses H_0: o processo não é capaz, contra H_1: o processo é capaz. Para testar estas hipóteses, estima-se o valor do índice de capacidade e compara-o com o limite inferior para determinação da capacidade, ou seja, para o índice de capacidade C_p têm-se as seguintes hipóteses $H_0 = \hat{C}_p < C_0$ versus $H_1 = \hat{C}_p \geq C_0$, onde C_0 é comumente 1,00; 1,33 ou 1,67 e a hipótese H_0 será rejeitada se $\hat{C}_p \geq C_0$. Uma estimativa de $C_p = 1{,}33$ se tornou o critério mais comumente aceito como limite inferior para determinação da capacidade de um processo. Esta estimativa assegura que os dados do processo utilizam aproximadamente 75% ou menos da amplitude de especificação (RAMOS, 2003).

2.5.3 Índice C_{pu}, C_{pl}, C_{pu}^* *e* C_{pl}^*

Existem processos em que não se tem informação sobre o limite de especificação superior, ou limite de especificação inferior. Nesse caso, o processo apresenta apenas uma especificação

(especificação unilateral) e daí surgem dois novos índices de capacidade, C_{pu} e C_{pl}. Adotando-se *μ* = *T*, os índices C_{pu} e C_{pl} são obtidos, respectivamente,

a) quando o processo só apresenta limite superior de especificação, por

$$C_{pu} = \frac{LSE - \mu}{3\sigma}; \tag{12}$$

b) quando o processo só apresenta limite inferior de especificação, por

$$C_{pl} = \frac{\mu - LIE}{3\sigma}. \tag{13}$$

O índice C_{pu} é denominado de índice de capacidade superior e C_{pl} é o índice de capacidade inferior, os quais se relacionam com C_p por $C_p = \frac{(C_{pu} + C_{pl})}{2}$. Caso *σ* e *μ* sejam desconhecidos são utilizados, neste trabalho, os estimadores apresentados nas Equações (14) e (15), para obter as estimativas para $C_{pu}(R)$ e $C_{pl}(R)$, respectivamente.

$$\hat{C}_{pu}(R) = \frac{LSE - \hat{\mu}}{3\hat{\sigma}} = \frac{LSE_i - \hat{Y}_i}{3\left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}\right]} \tag{14}$$

e

$$\hat{C}_{pl}(R) = \frac{\hat{\mu} - LIE}{3\hat{\sigma}} = \frac{\hat{Y}_i - LIE_i}{3\left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}\right]}. \quad (15)$$

Observe que ambos os índices C_{pu} e C_{pl} admitem que *T* = *M*. Para o caso de *T* ≠ *M*, foram propostos os índices C^*_{pu} e C^*_{pl} obtidos a partir de generalizações de C_{pu} e C_{pl}, neste trabalho, C^*_{pu} e C^*_{pl} são definidos, respectivamente, por

$$\hat{C}^*_{pu}(R) = \frac{LSE - T}{3\hat{\sigma}}\left(1 - \frac{|T - \hat{\mu}|}{LSE - T}\right) = \frac{LSE_i - T_i}{3\left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}\right]}\left(1 - \frac{|T_i - \hat{Y}_i|}{LSE_i - T_i}\right) \quad (16)$$

e

$$\hat{C}^*_{pl}(R) = \frac{T - LIE}{3\hat{\sigma}}\left(1 - \frac{|T - \hat{\mu}|}{T - LIE}\right) = \frac{T_i - LIE_i}{3\left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2}{n-2}}\right]}\left(1 - \frac{|T_i - \hat{Y}_i|}{T_i - LIE_i}\right), \quad (17)$$

onde observa-se que quando *T* = *M* então $C^*_{pu} = C_{pu}$ e $C^*_{pl} = C_{pl}$.

2.5.4 Índice C_{pk} e C^*_{pk}

Devido ao fato de C_p não levar em conta a localização da média do processo em relação às especificações, uma avaliação mais eficiente sobre o desempenho do processo foi introduzida a partir do índice C_{pk}, que leva em conta a variabilidade do processo e sua localização com relação aos limites de especificação. Este índice é definido da seguinte forma

$$C_{pk} = min(C_{pu}; C_{pl}) \text{ ou } C_{pk} = \frac{d - |\mu - M|}{3\sigma}; \tag{18}$$

em que $d = \frac{(LSE - LIE)}{2}$ e $M = \frac{(LSE + LIE)}{2}$.

Como o desvio padrão e a média do processo, geralmente, são desconhecidos, neste trabalho, o estimador de C_{pk} é dado por

$$\hat{C}_{pk}(\mathrm{R}) = min\{\hat{C}_{pu}(\mathrm{R}); \hat{C}_{pl}(\mathrm{R})\}. \tag{19}$$

Assim como para o índice C_p, foi desenvolvida uma generalização para C_{pk} que é o índice C^*_{pk} proposto para utilização em processos com tolerâncias assimétricas, isto é, quando *T* ≠ *M*. Dessa maneira, neste trabalho é utilizado o estimador apresentado na Equação (20), para obter estimativas de $C^*_{pk}(R)$.

$$\hat{C}^*_{pk}(R) = min\{\hat{C}^*_{pu}(R); \hat{C}^*_{pl}(R)\}. \tag{20}$$

2.5.5 Índice C_{pm}, C^*_{pm} e C_{pmk}

Kotz e Johnson (2002) relatam uma forma alternativa de avaliar a proximidade do alvo devido à variação do processo, denominada de índice de capacidade de Taguchi, ou índice C_{pm} obtido a partir de

$$C_{pm} = \frac{LSE - LIE}{6\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}. \quad (21)$$

O índice de Taguchi C_{pm} analisa o processo considerando a proximidade de sua média em relação ao valor alvo *T*, que pode ser notado a partir do termo $(\mu - T)^2$, que faz com que caso o processo não esteja centrado no valor alvo, este índice o corrige, independente da variação de *σ*. Verifica-se que o índice C_{pm} se diferencia dos índices C_p e C_{pk} pelo fato de permitir a diferença entre a média *μ* e o valor alvo *T*. Observe, ainda, que C_{pm} assume que o valor alvo coincide com o ponto médio dos limites de especificação (*T = M*), porém, quando isso não ocorre, há sérias desvantagens na sua utilização, pois as estimativas calculadas por C_{pm} resultarão em uma interpretação errônea em relação a real capacidade do processo.

Como, geralmente, *σ* e *μ* do processo são desconhecidos C_{pm} é estimado, neste trabalho, por

$$\hat{C}_{pm}(R) = \frac{LSE - LIE}{6\sqrt{\hat{\sigma}^2 + (\hat{\mu} - T)^2}} = \frac{LSE_i - LIE_i}{6\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)}{n-2} + (\hat{Y}_i - T_i)^2}}. \quad (22)$$

O fato do índice C_{pm} assumir que o ponto médio *M* dos limites de especificação coincide com o valor alvo *T* não contempla os casos em que isso não ocorre. A partir disto, Chan *et al*. (1988) propuseram o índice C^*_{pm}, utilizado em processos com tolerâncias assimétricas (*T ≠ M*), o qual é uma generalização de C_{pm}, definido por

$$C^*_{pm} = \frac{min(LSE - T; T - LIE)}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}. \quad (23)$$

Na prática, σ e μ do processo são desconhecidos, assim o estimador de C^*_{pm} é definido, neste trabalho, por

$$\hat{C}^*_{pm}(R) = \frac{min(LSE - T; T - LIE)}{3\sqrt{\hat{\sigma}^2 + (\hat{Y} - T)^2}} = \frac{min(LSE_i - T_i; T_i - LIE_i)}{3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)}{n-2} + (\hat{Y}_i - T_i)^2}}, \quad (24)$$

em que *LSE* e *LIE* são, respectivamente, os limites superior e inferior de especificação, *T* é o valor alvo para a média do processo e *M* é definido como anteriormente para o índice C_{pk}. Verifique que, quando *T = M*, então $C_{pm} = C^*_{pm}$.

Este índice relaciona a menor amplitude entre os limites de especificação (superior ou inferior) com base em dois componentes de variabilidade: a variância e a centralização do processo (com a amplitude entre o valor alvo e a média do processo). Com isso, percebe-se que é importante o levar em consideração na análise de um processo que apresenta tolerância assimétrica (*T ≠ M*).

O índice C_{pmk} foi introduzido por Pearn *et al*. (1992), sendo mais sensível em detectar desvios da média do processo em relação ao valor alvo. Este índice é uma combinação de C_{pk} e C_{pm}, definido por

$$C_{pmk} = min(C_{pmu}; C_{pml}) = min\left(\frac{LSE - \mu}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}; \frac{\mu - LIE}{3\sqrt{\sigma^2 + (\mu - T)^2}}\right). \quad (25)$$

A vantagem de C_{pmk} em relação à C_{pk} e C_{pm} é o fato de ser mais sensível a desvios da média do processo em relação ao valor alvo desejado.

Como, geralmente, σ e μ do processo são desconhecidos, C_{pmk} é estimado, neste trabalho, respectivamente por

$$\hat{C}_{pmk}(R) = min\{\hat{C}_{pmu}(R); \hat{C}_{pml}(R)\}, \quad (26)$$

em que os estimadores de C_{pmu} e C_{pml}, são definidos neste trabalho por

$$\hat{C}_{pmu}(R) = \frac{LSE - \hat{\mu}}{3\sqrt{\hat{\sigma}^2 + (\hat{\mu} - T)^2}} = \frac{LSE_i - \hat{Y}_i}{3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)}{n-2} + (\hat{Y}_i - T_i)^2}} \quad (27)$$

e

$$\hat{C}_{pml}(R) = \frac{\hat{\mu} - LIE}{3\sqrt{\hat{\sigma}^2 + (\hat{\mu} - T)^2}} = \frac{\hat{Y}_i - LIE_i}{3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)}{n-2} + (\hat{Y}_i - T_i)^2}}. \quad (28)$$

Conforme Pearn e Kotz (1994 *apud* KOTZ e LOVELACE, 1998), ordenando os índices C_p, C_{pk}, C_{pm} e C_{pmk} em termos de sensibilidade para diferenças entre a média do processo e o valor objetivo, têm-se: $C_{pmk} > C_{pm} > C_{pk} > C_p$. Os critérios utilizados durante a avaliação de C_p podem ser os mesmos para avaliar C_{pm} e C_{pmk}, sendo assim, valores iguais ou superiores a 1,0 indicam um processo capaz.

3. Resultados

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos em Souza *et al*. (2005) e são referentes a uma empresa de coleta de resíduos da cidade de Santa Catarina – RS denominada PRT. O Grupo PRT é constituído pela PRT (Prestação de Serviços Ltda.) e pela PRT (Engenharia de Saneamento e Meio Ambiente e Vigillare Seviços de Segurança e Monitoramento de Sistemas Ltda.), que contam com mais de 2.000 funcionários.

Atualmente, a PRT agrega novos serviços à sua sistemática operacional, destacando-se a engenharia ambiental, a partir da implantação de projetos, execução e operação de aterros sanitários,

assim como a coleta de resíduos sólidos compactáveis, a coleta seletiva e, mais recentemente, a coleta de resíduos de saúde.

Hoje, a PRT, com matriz em Santa Maria e filiais nas cidades de Ijuí, São Borja, Jaguarão, Canoas, São Gabriel e Porto Alegre, presta serviços em mais de 100 municípios, situando entre as três maiores empresas de limpeza e entre as duas maiores de coleta de resíduos do estado. Sendo assim, este estudo se propõe a monitorar a coleta de resíduos e avaliar sua capacidade produtiva na cidade de Santa Maria – RS, o que é de fundamental importância para a PRT e suas filiais.

A atividade de coleta de resíduos é uma importante etapa no processo de tratamento de resíduos, pois é nela que os materiais orgânicos e inorgânicos devem ser coletados separadamente, e a coleta seletiva deve ser implementada para que o processo de reciclagem tenha seu início. Neste estudo, apenas a coleta não seletiva será abordada, pois é feita por caminhões compactados e os resíduos coletados são destinados ao aterro sanitário da cidade de Santa Maria.

Para o recolhimento dos resíduos domiciliares e comerciais da cidade de Santa Maria, a empresa PRT disponibiliza oito caminhões compactadores, com capacidade média de 7.000 kg. A empresa realiza, também, a coleta de lixo hospitalar e, no centro da cidade, a coleta seletiva.

As variáveis envolvidas no processo de recolhimento de resíduos são: a quilometragem percorrida pelo caminhão compactador, o volume líquido de resíduos recolhidos, o tempo gasto no recolhimento e o consumo de combustível.

A variável quilometragem é informada pelos próprios motoristas, que anotam o valor inicial e o final da quilometragem do caminhão, tendo como referência a empresa. Para esse procedimento, um formulário próprio é utilizado.

Os valores do peso líquido são fornecidos por um funcionário da Prefeitura Municipal de Santa Maria, que é encarregado da

pesagem dos caminhões na entrada e na saída do aterro, encontrando-se, assim, o peso líquido de resíduos que foi depositado. Dessa forma, é efetuado o pagamento mensal à empresa, baseado no peso líquido depositado no aterro.

A distância percorrida em cada setor é sempre a mesma, pois os percursos das rotas são predeterminados. A variabilidade da quilometragem está no fato de que, quando há um aumento no volume de resíduos, os caminhões precisam ir mais vezes ao aterro sanitário, aumentando, dessa maneira, a quilometragem percorrida e, consequentemente, o gasto com combustível e o tempo de recolhimento. Isso poderia ser mais bem dimensionado se fosse possível identificar os períodos em que um excesso de resíduos poderá ocorrer. Dessa forma, um caminhão compactador, com maior capacidade, poderá ser destinado à rota onde esse fato poderá ocorrer, e o mesmo se aplica no caso inverso. Assim, uma economia de combustível e tempo seria realizada, proporcionando benefícios para a empresa.

3.1 Obtenção da Linha Central e dos Limites de Controle (Superior e Inferior)

A partir dos dados de quilometragem percorrida pelo caminhão (Y_i) e do volume de resíduos recolhidos (X_i), o modelo de regressão clássica é

$$\hat{Y}_i = 124{,}8233 + 0{,}0063 X_i. \qquad (29)$$

O modelo em (29), representa a linha central do gráfico de controle de regressão e, os limites de controle (superior e inferior), são obtidos a partir da Equação (6), e dados, respectivamente, por $LSC_i = 494{,}2298 + 0{,}0063X_i$ e $LIC_i = -244{,}5832 + 0{,}0063X_i$, para k = 3.

3.2 Estabelecendo os Limites de Especificação (Superior e Inferior), o Ponto Médio e o Valor Alvo

Os limites de especificação superior (*LSE*) e inferior (*LIE*), geralmente, são determinados em função da capacidade e/ou necessidade produtiva dos processos, da exigência do cliente ou por força de lei. Na prática durante a definição dos limites de especificação, deve-se ter a preocupação que quando um intervalo de especificação for muito pequeno haverá o risco de indicação de alarmes falsos, ou seja, que problemas possam estar ocorrendo quando na verdade não estão, por outro lado, quando o intervalo de especificação for muito grande, haverá o risco da não indicação de que problemas possam estar ocorrendo. Com isso, é necessário haver um equilíbrio entre o limite de especificação e a probabilidade dos valores amostrais da característica em estudo estarem situados na faixa de especificação.

Assim, após verificar a normatização da empresa responsável pela coleta de resíduos da cidade de Santa Maria – RS e, fixando o coeficiente angular em 0,0063 (visando tornar os limites de especificação paralelos a linha central e aos limites de controle superior e inferior), os limites de especificação (superior e inferior) são obtidos, respectivamente, a partir de.

$$LSE_i = 630{,}77 + 0{,}0063 X_i \quad (30)$$

e

$$LIE_i = -315{,}61 + 0{,}0063 X_i , \quad (31)$$

onde X_i é o volume de resíduo recolhido. Além disso, os valores alvo para cada ponto amostral são obtidos a partir de

$$T_i = 57{,}58 + 0{,}0063 X_i . \quad (32)$$

Finalmente, os pontos médios dos limites de especificação, são obtidos a partir de

$$M_i = 157{,}58 + 0{,}0063 X_i . \quad (33)$$

3.3 Gráfico de Controle de Regressão para o Processo de Coleta de Resíduos

A Figura 2 apresenta o gráfico de controle de regressão para as variáveis *volume* e *quilometragem*, apresentando os limites de controle e de especificação (superior e inferior), a linha central, o valor alvo, o ponto médio, com *k* = 3 e $\hat{\sigma}_Y = 123{,}1355$. Nela, verifica-se que a condição básica do processo apresentar controle estatístico está sendo respeitada, pois todos os pontos, representados pela relação *volume versus quilometragem*, estão situados entre os limites de controle (superior e inferior), portanto dar-se-á continuidade ao procedimento de obtenção e a avaliação dos índices de capacidade.

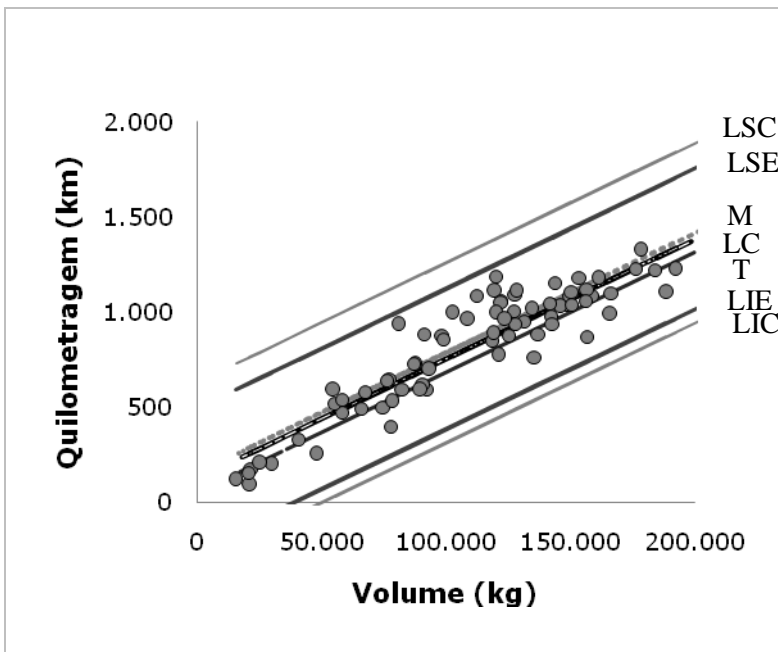



Figura 2 - Gráfico de Controle de Regressão Clássica para as Variáveis Volume e Quilometragem, Apresentando os Limites de Controle e de Especificação (Superior e Inferior), a Linha Central, o Valor Alvo, o Ponto Médio, com *k* = 3 e $\hat{\sigma}_Y = 123{,}1355$.

3.4 Obtenção dos Índices de Capacidade para o Processo de Coleta de Resíduos Monitorado a partir do Gráfico de Controle de Regressão Clássica

Apresentam-se na Tabela 1 as estimativas para os índices de capacidade para o processo de coleta de resíduos da cidade de Santa Maria – RS, monitorado a partir do gráfico de controle de regressão clássica.

Tabela 1- Estimativas para os Índices de Capacidade para o Processo de Coleta de Resíduos, Monitorado a partir do Gráfico de Controle de Regressão Clássica

Índice	*Estimativa*	*Índice*	*Estimativa*
$C_p(R)$	1,28	$C_{pmk}(R)$	1,05
$C_{pu}(R)$	1,37	$C_p^*(R)$	1,01
$C_{pl}(R)$	1,19	$C_{pu}^*(R)$	1,37
$C_{pk}(R)$	1,19	$C_{pl}^*(R)$	0,83
$C_{pm}(R)$	1,12	$C_{pk}^*(R)$	0,83
$C_{pmu}(R)$	1,20	$C_{pm}^*(R)$	0,89
$C_{pml}(R)$	1,05		

Apesar de terem sido apresentadas na Tabela 1 as estimativas para todos os índices de capacidade abordados neste estudo, é importante, salientar que são analisados, a seguir, apenas os índices $C_p^*(R)$, $C_{pu}^*(R)$, $C_{pl}^*(R)$, $C_{pk}^*(R)$ e $C_{pm}^*(R)$, pois o processo de coleta de resíduos apresenta tolerância assimétrica, isto é, $T \neq M$, o que pode ser observado facilmente na Figura 5.

Assim, a partir do índice $C_p^*(R) = 1{,}01$ verifica-se que o processo é classificado como capaz, isto é, a capacidade do processo de coleta de resíduos da cidade de Santa Maria está dentro da especificação exigida. Entretanto, o responsável deve tentar diminuir a variabilidade resultante da quilometragem percorrida

pelo caminhão e o volume de resíduos recolhidos. Gráficos de controle de regressão são ferramentas úteis para a manutenção do processo sob controle estatístico, evitando a geração de não-conformidades no processo de coleta de resíduos da cidade de Santa Maria. Além disso, $C_p^*(R)$ avalia indiretamente, quão próximo o valor alvo está do ponto médio dos limites de especificação, porém a média desse processo não é levada em consideração. O valor máximo de $C_p(R)$ seria de 1,28 se *T* = *M*.

O valor de $C_{pu}^*(R)$ igual a 1,37, indica que o processo é classificado como capaz, isto é, a capacidade do processo em realizar a coleta de resíduos, com valores acima da média estabelecida para a cidade de Santa Maria, está dentro do especificado. Nesta situação, o responsável não precisa tomar maiores cuidados com o processo, a menos que se queira reduzir a variabilidade para aumentar a qualidade processo.

O valor de $C_{pl}^*(R)$ igual a 0,83, indica que o processo é classificado como inadequado, isto é, a capacidade do processo em realizar a coleta de resíduos, com valores abaixo da média estabelecida para a cidade de Santa Maria, está fora do especificado. Nesta situação, o responsável deve diminuir a variabilidade do processo ou adotar novas metodologias que garantam o atendimento as especificações.

Os valores de $C_{pk}^*(R)$ igual a 0,83 e de $C_{pm}^*(R)$ igual a 0,89, confirmam que a capacidade do processo em realizar a coleta de resíduos, com valores abaixo da média estabelecida para a cidade de Santa Maria, está fora do especificado.

4. Considerações Finais

A globalização dos produtos e serviços e a livre concorrência fizeram com que muitas empresas se preocupassem com a qualidade de seus produtos e serviços. Inúmeros pesquisadores, de

diversas áreas do conhecimento desenvolveram métodos e ferramentas para auxiliar os gestores a melhorar e garantir a qualidade dos produtos e serviços. Desta forma, os métodos estatísticos passaram a desempenhar um papel fundamental na garantia da qualidade, na redução do desperdício e no aperfeiçoamento dos processos, por exemplo, o planejamento e controle de produção e o controle estatístico de processos, as técnicas de planejamento experimental baseadas em estatística são particularmente úteis no mundo da engenharia para melhorar o desempenho de um processo de fabricação, além disso, também são úteis em atividades de projeto de produção, em que novos produtos sejam desenvolvidos e produtos já existentes sejam melhorados, ou seja, o planejamento e controle de produção é um método extremamente importante para engenheiros que estejam interessados em melhorar o desempenho de um processo de fabricação (MONTGOMERY, 2004). Nesse sentido, diversas ferramentas estatísticas foram desenvolvidas e/ou aperfeiçoadas visando à melhoria e o controle estatístico da qualidade de processos, produtos e serviços. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver e apresentar os índices de capacidade, para processos envolvendo variáveis correlacionadas e monitoradas a partir do gráfico de controle de regressão clássica.

Foram desenvolvidos e apresentados 13 novos índices de capacidade para processos envolvendo variáveis correlacionadas e monitoradas a partir do gráfico de controle de regressão clássica, estes índices são: $C_p(R)$, $C_p^*(R)$, $C_{pu}(R)$, $C_{pu}^*(R)$, $C_{pl}(R)$, $C_{pl}^*(R)$, $C_{pk}(R)$, $C_{pk}^*(R)$, $C_{pm}(R)$, $C_{pm}^*(R)$, $C_{pmu}(R)$, $C_{pmu}(R)$, $C_{pmk}(R)$**.** Para exemplificar a utilização e análise dos índices desenvolvidos foi utilizado um conjunto de dados de uma empresa de coleta de resíduos da cidade de Santa Maria – RS, as variáveis estudadas foram a quilometragem percorrida pelo caminhão e o volume de resíduos recolhidos.

Assim, a partir do índice $C_p^*(R)=1,01$ pôde-se verificar que a capacidade do processo de coleta de resíduos da cidade de Santa Maria está dentro da especificação exigida. O valor de $C_{pu}^*(R)$ igual a 1,37, indicou que a capacidade do processo em realizar a coleta de resíduos, com valores acima da média estabelecida para a cidade de Santa Maria, está de dentro do especificado. Já o valor de $C_{pl}^*(R)$ igual a 0,83, indica que a capacidade do processo em realizar a coleta de resíduos, com valores abaixo da média estabelecida para a cidade de Santa Maria, está fora do especificado. Além disso, que os valores de $C_{pk}^*(R)$ igual a 0,83 e de $C_{pm}^*(R)$ igual a 0,89, confirmam que a capacidade do processo em realizar a coleta de resíduos, com valores abaixo da média estabelecida para a cidade de Santa Maria, está fora do especificado.

Finalmente, pôde-se comprovar que índices de capacidade desenvolvidos neste trabalho são mais uma excelente opção de ferramentas do controle estatístico da qualidade que podem ser utilizadas na avaliação da capacidade de processos envolvendo variáveis correlacionadas e monitoradas a partir do gráfico de controle de regressão clássica.

Referências

CHAN, L.K.; CHENG, S.W. e SPIRING, F.A. A New Measure of Process Capability: C_{pm}, Journal of Quality Technology, *v*. 20, *n*. 3, *p*. 162-173, 1988.

DEMING, W.E. Out of Crisis. Cambridge: MIT Press, 2000.

JACKSON, J.E. Quality Control Methods for Two Related Variables. Industrial Quality Control, *v*. 12, *n*. 7, *p*. 4-8, *Jan*. 1956.

KOTZ, S.; JOHNSON, N. L. Process Capability Indices - A Review, 1992-2000. Journal of Quality Technology, *v*. 34, *n*. 1, *p*. 2-19, 2002.

KOTZ, S.; LOVELACE, C.R. Process Capability Indices in Theory and Practice, New York: Arnold, 1998.

MANDEL, B.J. The Regression Control Chart. Journal of Quality Technology, *v*. 1, *n*. 1, *p*. 1-9, *Jan*. 1969.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C.; HUBELE, N.F. Estatística Aplicada à Engenharia. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2004.

PEARN, W.L.; JOHNSON, N.L. e KOTZ, S. Distributional and Inferential Properties of Process Capability Indices. Journal of Quality Technology, *v*. 24, *n*. 4, *p*. 216-231, 1992.

PEARN, W.L.; KOTZ, S. Application of Clemant's Method for Calculating Secondand Third Generation Process Capability Indices for Non-normal Pearsonian Populations. Quality Engineering, *v*. 7, *n*.1, 1994.

SOUZA, A.M.; JACOBI, L.F.; PEREIRA, J.E. Gráficos de Controle de Regressão Usando o Statistica, Florianópolis: VisualBooks, 2005.

RAMOS, E.M.L.S. Aperfeiçoamento e Desenvolvimento de Ferramentas do Controle Estatístico da Qualidade – Utilizando Quartis para Estimar o Desvio Padrão. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2003.

RIBEIRO, J.C. Curvas Características de Operação para Gráficos de Controle Utilizando o Estimador Baseado nos Quartis Amostrais para Estimar o Desvio Padrão. 2007. TCC (Bacharelado em Estatística). Programa de Graduação de Bacharelado em Estatística, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2007.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM SERVIÇOS: QUALIDADE ESPERADA X QUALIDADE PERCEBIDA EM UMA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS E COSMÉTICOS

Sumário do Capítulo

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE EM SERVIÇOS: QUALIDADE ESPERADA X QUALIDADE PERCEBIDA EM UMA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS E COSMÉTICOS

Caio Gomes Bulhões
Diego Rafael Moraes Milhomem
Verônica de Menezes Nascimento Nagata

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma aplicação da Gestão da Qualidade no setor de serviços, através da análise da qualidade do serviço prestado em uma distribuidora de alimentos e cosméticos da região metropolitana de Belém. Para isso, foi construído um estudo de casos que demonstra a utilização do modelo SERVQUAL, o qual foi adaptado para identificar quais dimensões de um serviço são consideradas mais importantes pelos clientes e qual o desempenho da distribuidora em relação a essas dimensões. Foram utilizados questionários com uma amostra de clientes, onde utilizou-se o coeficiente Alfa de Cronbach para garantir a confiabilidade da aplicação.

Palavras-chave: Gestão de serviços; Qualidade esperada; Qualidade percebida.

1 Introdução

A partir da segunda metade do século XX, os serviços começaram a desempenhar um papel cada vez maior na vida econômica dos países industrializados. No Brasil, as estatísticas não são diferentes da tendência mundial. De 1985 a 1995, o setor de serviços teve um crescimento considerável e representou 70% do emprego urbano do país, segundo informações da Central Brasileira do Setor de Serviços (CEBRASSE, 2008). Fatores como urbanização, mudanças socioeconômicas e tecnológicas contribuíram para a formação desse cenário no qual os serviços exercem um papel importante no desempenho de outros setores da economia, principalmente no setor industrial.

Dentre as segmentações do setor de serviços, destaca-se o setor atacadista/distribuidor, o qual é um elo entre a indústria e o cliente (varejista). Atualmente, o setor tem apresentado um considerável crescimento devido ao aumento de pequenos varejos espalhados por todo o Brasil, dificultando às grandes indústrias de atendê-los diretamente.

Empresas que pretendam continuar em atividade e com alto grau de fidelização de seus clientes, em um mercado cada vez mais competitivo, devem dedicar especial atenção ao conhecimento das necessidades desejos, interesses e expectativas dos mesmos, além de estabelecer estratégias eficazes de verificação da qualidade dos serviços que são prestados.

Dentre essas estratégias, destaca-se o modelo SERVQUAL (Parasuraman et al., 1988) que se propõe avaliar a qualidade em serviços através da comparação entre o serviço esperado e o percebido pelo cliente.

A partir da adaptação do modelo, realizou-se uma pesquisa com os clientes de uma distribuidora de alimentos e cosméticos, os quais manifestaram suas expectativas e percepções acerca do serviço, demonstrando quais os elementos mais importantes na prestação do mesmo.

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma aplicação da Gestão da Qualidade no setor de serviços, através da análise da

qualidade do serviço prestado em uma distribuidora de alimentos e cosméticos da região metropolitana de Belém.

2 Aspectos Envolvidos na Obtenção da Qualidade na Prestação de Serviços

2.1 Definindo serviços

Um serviço é uma atividade ou uma série de atividades de natureza intangível que normalmente, mas não necessariamente toma lugar entre o cliente, o prestador de serviço e seus recursos (FIGUEIREDO et al., 2003).

De acordo com Kotler (1998, pg. 412), “Serviço é qualquer ato ou desempenho que uma parte pode oferecer a outra e que seja essencialmente intangível e não resulte na propriedade de nada”. A execução de um serviço pode estar ou não ligada a um produto concreto.

Grönroos (1995, p.36) propõe a seguinte definição de serviço:

> O serviço é uma atividade ou uma série de atividades de natureza mais ou menos intangível – que normalmente, mas não necessariamente, acontece durante as interações entre cliente e empregados de serviço e/ou recursos físicos ou bens e/ou sistemas do fornecedor de serviços – que é fornecida como solução aos(s) problema(s) do (s) cliente(s).

Segundo Cozendey (2007), o setor de serviços vem assumindo um papel cada vez mais importante no desenvolvimento da economia mundial, tanto do ponto de vista da geração de renda e emprego, como da substancial contribuição para a dinâmica econômica dos países.

De acordo com a Central Brasileira do Setor de Serviços (CEBRASSE, 2008), o setor compreende um terço do comércio mundial, sendo a área de maior crescimento econômico. No Brasil, essa evolução seguiu a mesma trajetória. Em 2007, mais de 70% dos empregos urbanos são do setor de serviços, o qual foi responsável por 57% do PIB nacional.

2.2 Especificidade dos serviços

A maior parte das empresas produz ou fornece um conjunto de bens e serviços oferecidos aos clientes. Entretanto, os serviços possuem certas peculiaridades, que serão descritas a seguir:

Os conceitos sobre qualidade do produto ou processo não se aplicam integralmente para a prestação de serviços. Há três características principais que a distinguem dos bens físicos: intangibilidade, heterogeneidade e inseparabilidade (PARASURAMAN et al., 1985).

Além dessas características vastamente citadas na literatura, autores como Hoffman e Bateson (2003) incluem a perecibilidade. Essas características são detalhadas a seguir:

a) Intangibilidade

Os serviços não podem ser medidos, contados, testados ou verificados antes da venda para garantir a qualidade, pois são intangíveis por natureza e, ao contrário dos bens tangíveis, não se pode mensurar a uniformidade das especificações de produção (COZENDEY, 2007).

b) Heterogeneidade

Um serviço prestado a um cliente não será exatamente igual ao serviço para o próximo cliente, uma vez que dependerá da participação do usuário, resultando assim, na variabilidade do processo. Por isso há dificuldade em se padronizar as operações de serviço.

c) Inseparabilidade

Refere-se ao envolvimento do cliente no processo de produção do serviço, isto é, o serviço só é produzido a partir do momento que o cliente o requisita. O grau de contato entre cliente e empresa é muito maior do que na produção de bens e nesse processo de interação pode variar de uma exigência para que o cliente esteja fisicamente para receber o serviço, como em serviços

dentários e de saúde ou da necessidade apenas para iniciar o serviço, como em oficinas mecânicas.

d) Perecibilidade

Esta característica está relacionada com o fato de que os serviços não podem ser estocados, com isso a verificação de sua qualidade acontece no exato momento do consumo. Portanto, serviços não podem ser guardados, nem a capacidade não utilizada pode ser recuperada para outro momento. (HOFFMAN; BATESON, 2003).

2.3 A medida da qualidade em serviços

Observa-se que a maioria dos serviços é resultante de ações entre o cliente e as pessoas que representam a empresa e há diferenças de valores pelo benefício oferecido pelo serviço entre os diferentes clientes. De acordo com Cozendey (2007, pg. 7):

> A qualidade é de suma importância na conquista de cliente, pois além de estimular a venda de um produto ou serviço e transmitir uma imagem positiva da organização como um todo, quanto mais claro e preciso for o processo de prestação de serviços, maior será a satisfação do consumidor.

Ao contrário do ambiente manufatureiro, no qual os consumidores julgam a qualidade com base nos produtos que adquirem, nos serviços, o cliente julga os aspectos relacionados com o processo do mesmo. Para Batalha et al. (2008), a qualidade do serviço pode ser resultante da percepção que o cliente teve do serviço, confrontada com o serviço esperado.

Berry e Parasuraman (1996) afirmam que em cada tipo de serviço se estabelece parâmetros de qualidade, embora o conceito seja muitas vezes subjetivo. Para esses autores o que representa qualidade para um cliente poderá não ser para outro. Por isso, é

necessário descobrir quais atributos os clientes valorizam na prestação de um serviço.

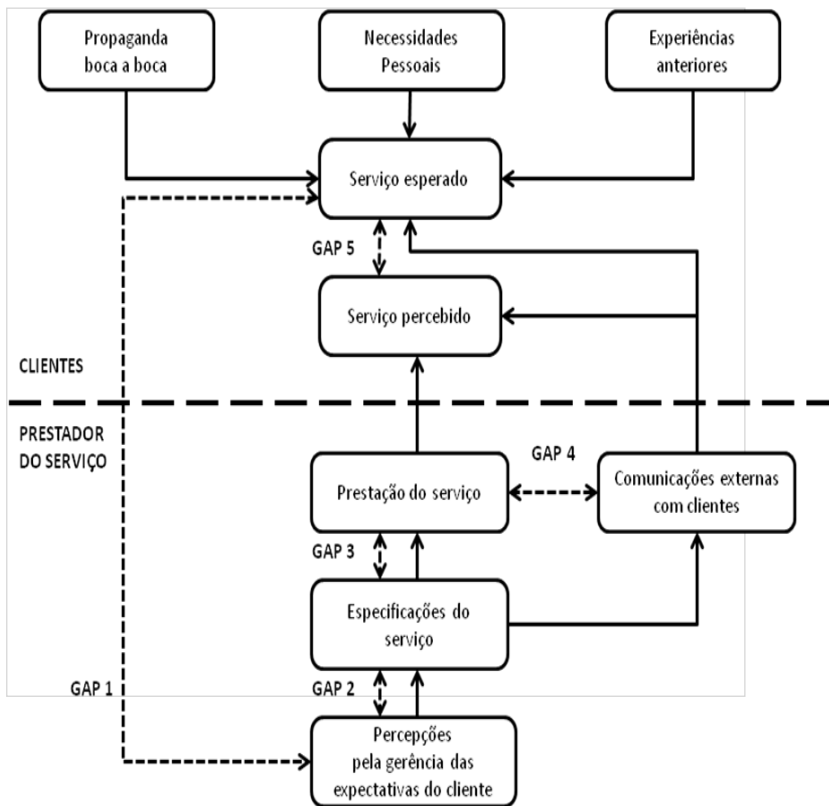
2.4 Modelos para avaliação da qualidade em serviços

Para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000), medir a qualidade dos serviços é um desafio, pois a satisfação dos clientes é determinada por muitos fatores intangíveis. Ao contrário de um produto com características físicas que podem ser objetivamente mensuradas. Assim como esses autores, Parasuraman et al. (1985) sugerem que a avaliação da qualidade dos serviços é um fator abstrato, por apresentar um conjunto de particularidades, como a inter-relação entre perecibilidade e a participação do cliente.

A qualidade em serviços contém muitas características psicológicas e estende-se além de um encontro imediato, como no caso de cuidados com a saúde, tem impacto sobre a qualidade de vida futura de uma pessoa (COZENDEY, 2007).

A seguir, são analisados dois modelos muito utilizados para essa avaliação: o modelo conceitual da Qualidade em Serviços ou modelo GAP; e o modelo SERVQUAL, os quais servirão como base para o estudo de caso apresentado nesse trabalho.

2.4.1 Modelo conceitual da qualidade em serviços ou modelo de GAP

Com base no conceito da lacuna existente entre a qualidade esperada pelo cliente e a sua percepção de qualidade do serviço prestado pela empresa, Parasuraman et al. (1985) desenvolveu o modelo denominado Modelo de Qualidade em Serviços, no qual destaca as cinco lacunas - também denominadas de GAP - existentes na prestação do serviço. A seguir, na Figura 1, é apresentado esse modelo.

Fonte: Adaptado de Parasuraman et al (1985)
Figura 1 - Modelo dos GAPs

2.4.2 Modelo SERVQUAL

O SERVQUAL foi desenvolvido por Parasuraman et al. (1988) para a avaliação da qualidade percebida pelos clientes através da medição do GAP 5 do modelo da qualidade em serviços (GAP). Consiste em um questionário composto por múltiplos itens que ponderam as cinco dimensões da qualidade: confiabilidade, aspectos tangíveis, segurança, responsividade e empatia. (COZENDEY, 2007)

Essa ferramenta é aplicada em duas etapas: a primeira registra as expectativas dos clientes em relação ao serviço, composta por 22 itens de expectativas relacionadas às cinco dimensões da qualidade. Já na segunda etapa, são registrados 22 itens que medem as percepções dos clientes. Ao final dessas etapas, é gerada uma pontuação a partir da diferença entre as percepções e expectativas registradas (P - E).

Se o resultado for negativo, significa que as percepções estão aquém das expectativas, mostrando quais as falhas no serviço que geram insatisfação para o cliente. Caso o resultado seja positivo, significa que o prestador de serviço está oferecendo um serviço além do esperado, fator determinante para a satisfação do cliente.

Para avaliar os 22 itens de cada etapa do SERVQUAL, utiliza-se a escala Likert de sete pontos, na qual os extremos são marcados como “discordo totalmente” (1ª opção) e “concordo totalmente” (7ª opção).

Segundo Cozendey (2007), esse modelo pode ser utilizado como forma de diagnóstico para identificar, em diversos tipos de serviços, os pontos fortes e fracos da empresa, servindo de base para a melhoria contínua. Mas para isso, é necessário que sejam feitas adaptações desse instrumento ao contexto do serviço a ser analisado.

3 Metodologia

Este trabalho foi construído no formato de um estudo de caso de natureza exploratória, em decorrência do levantamento feito junto aos gerentes dos departamentos da empresa e de seus clientes, sendo desenvolvido em uma distribuidora de alimentos e cosméticos da região metropolitana de Belém. As etapas da pesquisa estão relacionadas a seguir:

- Pesquisa bibliográfica e consulta a *internet;*
- Identificação de processos e coleta de dados;
- Elaboração do questionário;
- Aplicação do questionário com os clientes;
- Tabulação dos dados obtidos;
- Análise e Conclusões da Pesquisa;

4 Estudo de caso

4.1 Caracterização da empresa

A empresa escolhida para o estudo de caso é uma distribuidora de alimentos e cosméticos, localizada em Belém. Atua há 15 anos no mercado e é uma distribuidora atacadista que presta serviço pleno, do tipo atacadista comercial. Quanto ao tamanho da organização, é classificada como empresa de médio porte, haja vista que possui mais de 50 funcionários e seu faturamento bruto anual está acima de R$ 2 milhões.

Possui em seu portfólio marcas consolidadas no mercado, tanto no setor alimentício quanto de cosméticos, contabilizando um mix de 1.141 produtos, dentre biscoitos, chocolates, refrescos, chás, misturas para bolo, gelatinas, linha de maquiagem, perfumes, shampoo, condicionador e tinturas para cabelo.

Para auxiliar seus processos, utiliza um sistema de gerenciamento ERP, no qual estão cadastrados 2.242 clientes distribuídos em Belém e região metropolitana, interior e no estado do Amapá. Esses clientes são formados principalmente por mercadinhos e mercearias, mas também existem farmácias, salões de beleza, lojas de conveniência, bares e restaurantes, padarias, academias, hotéis, atacarejos (conhecidos como meio-a-meio) e grandes redes de supermercados e magazines.

4.2 Amostra

Para a definição da amostra, priorizou-se o volume de vendas da empresa por clientes. Para tanto, foi elaborada uma classificação dos clientes conforme o valor acumulado das compras, sendo distribuídos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Vendas da Distribuidora por Valor de Compra

Classificação das Vendas	Clientes	Porcentagem Vendas
Acima R$ 10.000,00	102	50,94%
Entre R$ 1.000,00 e R$10.000,00	1.062	42,34%
Abaixo de 1.000,00	1.078	6,72%
Total	**2.242**	

Com essa classificação verificou-se que apenas 102 clientes, isto é, 4,55% do total representam 50,94% do faturamento da empresa, valor significativo que serviu como base para a restrição da amostra para aplicação do questionário. Sendo assim, foram trabalhados os clientes que efetuam compras acima do valor de R$ 10.000,00 e pelo fato da maioria desses clientes estarem distribuídos dentro da região metropolitana de Belém.

Para se determinar o tamanho da amostra, foi levado em consideração o nível de confiança desejado e a margem de erro admitida. A fórmula adotada para determinar o tamanho da amostra adequada para pequenas populações foi de Rea e Parker apud Paula (2005), conforme a seguir:

$$TAXA\ DE\ RESPOSTA = \frac{Z^2[P(1-P)]N}{Z^2[P(1-P)] + (N-1)C^2}$$

Onde:

C = precisão ou erro máximo admissível em termos de proporções;

Z = nível de confiança em unidades de desvio padrão (intervalo desejado);

P = proporção do universo;
N = número de elementos na população.
Para verificação da quantidade de amostra, foi admitido um intervalo de confiança desejável de 90% e uma margem de erro máxima de ± 10%. Sendo realizadas as adaptações na fórmula obtêm-se os seguintes dados:
C = precisão ou erro máximo admissível em termos de proporções = 10%;
Z = contagem Z para intervalo de confiança de 90% = 1,645;
P = proporção do universo = 50% (adotado de forma conservadora, para resultar na maior taxa de resposta possível);
N = tamanho da população = 102.

Aplicando-se os valores determinados na equação para um nível de confiança de 90%, teremos uma taxa mínima de resposta de 41 clientes que serão usados como amostra para avaliação da pesquisa.

4.3 Confiabilidade do questionário

A confiabilidade tem como objetivo verificar o quanto uma escala avaliativa está livre do erro aleatório, isto é, se a escala for repetida inúmeras vezes pelos mesmos respondentes, ela apresentará valores estáveis para a análise. Além disso, é importante para os pesquisadores constatarem se as variações não são originárias de erros durante a aplicação da ferramenta.

Para se avaliar a confiabilidade de um questionário, dois métodos são freqüentemente utilizados: o Alfa de Cronbach e a Correlação Item Total.

a) Alfa de Cronbach

Para garantir a confiabilidade do instrumento utilizado será utilizado o Coeficiente Alfa de Cronbach. Apresentado por Lee J. Cronbach em 1951, o coeficiente é uma das estimativas de confiabilidade mais utilizadas em pesquisas nas quais se aplicam questionários. Sendo que todos os itens de um questionário utilizam

a mesma escala de medição, o coeficiente, α, com α ∈ [0,1], é calculado a partir da seguinte equação:

$$\propto = \left(\frac{K}{K-1}\right)\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} Si^2}{S_t^2}\right)$$

Onde:
K: é o número de itens do questionário;
Si^2: é a variância do item *i*;
S_t^2: é a variância total do questionário.

A partir da fórmula, o coeficiente α pode ser calculado em duas etapas:

1. É necessário calcular a variância de cada coluna i, denotada por Si^2;
2. Deve-se somar todas as variâncias (obter a soma total dos julgamentos de cada avaliador) e, em seguida calcular a variância destas somas.

Para que a pesquisa apresente um nível de confiabilidade satisfatório, Malhotra apud Cozendey (2007) considera que este coeficiente que varia de 0 a 1, apresente um valor superior a 0,6 servindo desta forma como base para a análise dos dados da pesquisa.

Através da análise dos dados na Tabela 2, relacionada ao nível de percepção e grau de importância obtida pela avaliação dos clientes da empresa, é possível verificar que todos os valores de Alfa apresentaram-se dentro do intervalo de confiança estabelecido nesta pesquisa, sendo que a dimensão tangibilidade apresentou menor valor de Alfa em ambas análises, ficando próximo ao limite estabelecido como confiável.

Tabela 2 - Coeficientes Alfa Obtidos

<table>
<tr><td rowspan="3">Clientes</td><td colspan="12">Valores de Alfa Obtidos</td></tr>
<tr><td colspan="5">CONFIABILIDADE</td><td colspan="3">TANGIBILIDADE</td><td colspan="4">ATENDIMENTO</td></tr>
<tr><td>|1</td><td>|2</td><td>|3</td><td>|4</td><td>|5</td><td>|6</td><td>|7</td><td>|8</td><td>|9</td><td>|10</td><td>|11</td><td>|12</td></tr>
<tr><td>α (P)</td><td colspan="5">0,785</td><td colspan="3">0,691</td><td colspan="4">0,760</td></tr>
<tr><td>α (|)</td><td colspan="5">0,726</td><td colspan="3">0,605</td><td colspan="4">0,657</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2">Clientes</td><td colspan="5">GARANTIA/ SEGURANÇA</td><td colspan="5">EMPATIA</td></tr>
<tr><td>|13</td><td>|14</td><td>|15</td><td>|16</td><td>|17</td><td>|18</td><td>|19</td><td>|20</td><td>|21</td><td>|22</td></tr>
<tr><td>α (P)</td><td colspan="5">0,805</td><td colspan="5">0,808</td></tr>
<tr><td>α (|)</td><td colspan="5">0,803</td><td colspan="5">0,703</td></tr>
</table>

Para verificar a possibilidade de elevar os valores de Alfa, foi analisada a viabilidade de exclusão ou permanência de alguns itens considerados críticos no modelo. Estes itens fazem com que ocorra a melhora no nível de confiabilidade do instrumento ou inviabilize sua aplicação fazendo-se as devidas alterações, fato que pode ser confirmado através da analise de correlação das afirmativas do questionário.

b) Correlação item-total

Esta correlação dos dados permite determinar o grau em que cada item do questionário está relacionado à soma total dos pontos (pontuação total) obtidos pelos demais itens que avaliam a dimensão a qual este item pertence (FREITAS; ARICA, 2008).

Para que seja estabelecido um forte grau de correlação entre os itens que avaliam a mesma dimensão, estes devem se relacionar positivamente. Diferente desta condição identifica-se um baixo nível de correlação sendo possível assim verificar que alguns itens podem

não ter sido compreendido pelos clientes ou estarem identificando necessidades diferentes da dimensão proposta.

O coeficiente de correlação varia entre -1 e +1. Sendo que (-1) significa total correlação negativa total entre os itens, (+1) correlação positiva total e (0) a inexistência de correlação.

As análises dos itens críticos podem ser visualizadas nas Tabelas 3 e 4, onde se verifica a viabilidade das assertivas no questionário e o quanto cada uma se relaciona com as demais dentro da mesma dimensão no qual foram elaboradas.

Na Tabela 3, que avalia a confiabilidade do questionário segundo a percepção dos clientes, pode se concluir que:

1. Os valores de correlação Inter-Item Médio apresentaram em todas as dimensões analisadas valores positivos, garantindo confiabilidade no aspecto geral da pesquisa;
2. A dimensão Tangibilidade, que apresentou menor valor de alfa poderia melhorar o valor do coeficiente retirando o item I6. Apesar deste item ter correlação positiva, é o que menos se correlaciona com os demais itens que avaliam esta dimensão, podendo ter sido mal redigido ou estar avaliando outra dimensão. Já em relação ao item I8, O valor de alfa reduz consideravelmente com sua eliminação, não podendo ser retirado do instrumento, pois inviabilizaria a confiabilidade da dimensão, ficando o valor de alfa abaixo dos parâmetros estabelecidos como referência na pesquisa;
3. Na dimensão Confiabilidade, a retirada do item I3 do questionário elevaria o valor do coeficiente alfa, fato que pode se confirma por este item apresentar um baixo nível de correlação em comparação aos demais que avaliam esta dimensão, sendo necessário ser adaptado para que avalie melhor a dimensão a qual foi proposto;
4. Em relação às demais dimensões analisadas, os valores de alfa e coeficientes de correlação item-total que os mesmos mantiveram níveis considerados satisfatórios para pesquisa de acordo com parâmetros estabelecidos.

Tabela 3 - Confiabilidade do Questionário quanto à Percepção

	Confiabilidade Questionário (Percepção)				
DIMENSÃO	Item	Alfa (α)	Corr. Inter-Item Médio	Alfa (se o item for eliminado)	Corr. Item - Total
CONFIABILIDADE	I1	0,785412	0,431756	0,739704	0,618466
	I2			0,746988	0,574583
	I3			0,807883	0,346326
	I4			0,728898	0,612733
	I5			0,686039	0,722131
TANGIBILIDADE	I6	0,691248	0,419693	0,746906	0,373566
	I7			0,620726	0,489638
	I8			0,337154	0,684382
ATENDIMENTO	I9	0,759898	0,447974	0,659761	0,641618
	I10			0,615079	0,715011
	I11			0,744904	0,485651
	I12			0,764403	0,445984
GARANTIA / SEGURANÇA	I13	0,805238	0,456305	0,710125	0,755582
	I14			0,801697	0,467312
	I15			0,781220	0,559985
	I16			0,771432	0,605101
	I17			0,760707	0,613858
EMPATIA	I18	0,807913	0,458603	0,782198	0,559538
	I19			0,793639	0,523579
	I20			0,785850	0,545055
	I21			0,751960	0,652887
	I22			0,736045	0,702031

Em relação aos itens relacionados na Tabela 4, que avaliam a confiabilidade do questionário segundo o grau de importância atribuído pelos clientes da distribuidora, observou-se que:

1. A Correlação Inter-Item Médio das dimensões analisadas apresentaram valores positivos, garantindo a viabilidade da pesquisa;
2. Na análise dos itens críticos obtidos, a dimensão Tangibilidade obteve menor valor de alfa, caso que pode ser melhorado com a saída do item I6, o qual apresenta também menor valor de correlação com os demais itens que avaliam esta dimensão. O valor do coeficiente reduz significativamente com a retirada dos itens I7 e I8. Essas duas assertivas não podem ser retiradas da pesquisa por inviabilizar a dimensão reduzindo largamente o valor de alfa.
3. Na dimensão Atendimento, o valor de alfa aumenta com a eliminação do item I9, que apresenta também menor valor de correlação Item-Total na dimensão analisada, podendo este item ter sido mal redigido ou estar associado a dois ou mais conceitos. Percebe-se que em relação aos itens I11 e I12 que sua permanência no questionário é de grande relevância para a pesquisa por inviabilizar resultados caso os mesmos sejam retirados.
4. Nas demais dimensões analisadas, os valores de alfa mantiveram-se constantes assim como a correlação Item-Total, com exceção do Item I22 e I20, que apresentaram baixo valor de correlação, porém a retirada do questionário da afirmativa I20 não se justifica devido esta apresentar grande relevância para os clientes.

Tabela 4 - Confiabilidade do Questionário quanto à Importância

	Confiabilidade Questionário (Importância)				
DIMENSÃO	Item	Alfa (α)	Corr. Inter-Item Médio	Alfa (se o item for eliminado)	Corr. Item - Total
CONFIABILIDADE	I1	0,726458	0,405589	0,648452	0,671172
	I2			0,679727	0,520347
	I3			0,705527	0,422735
	I4			0,687965	0,635807
	I5			0,680581	0,493618
TANGIBILIDADE	I6	0,604563	0,335563	0,610885	0,333908
	I7			0,469251	0,437227
	I8			0,374916	0,496904
ATENDIMENTO	I9	0,656872	0,384460	0,699530	0,341514
	I10			0,627062	0,431335
	I11			0,557837	0,550957
	I12			0,433842	0,624285
GARANTIA / SEGURANÇA	I13	0,802842	0,463035	0,802073	0,453526
	I14			0,733257	0,704139
	I15			0,748067	0,647616
	I16			0,760692	0,602512
	I17			0,778961	0,587752
EMPATIA	I18	0,703188	0,328335	0,614161	0,557302
	I19			0,625130	0,532895
	I20			0,707879	0,321167
	I21			0,624518	0,563245
	I22			0,685557	0,378477

5 Análise dos Resultados Obtidos

A Tabela 5 apresenta as médias das percepções $(\bar{P})$ e importâncias $(\bar{I})$ colhidas na aplicação do questionário, junto com o valor do GAP correspondente a cada item do questionário.

Dessa forma, calcula-se o GAP por:

$$GAP = \bar{P} - \bar{I}$$

Onde:

GAP = lacuna entre percepção e importância;

$\bar{P}$ = média da percepção da característica avaliada no serviço;

$\bar{I}$ = média da importância atribuída à característica avaliada no serviço.

Tabela 5 - Análise das Percepções, Importâncias e GAPs

Clientes	**Dimensões Analisadas**																					
	CONFIABILIDADE					TANGIBILIDADE			ATENDIMENTO				GARANTIA/ SEGURANÇA					EMPATIA				
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19	I20	I21	I22
$\bar{P}$	5,17	4,54	5,00	4,11	4,03	4,37	4,14	3,80	4,17	3,71	4,11	4,80	4,46	4,37	4,03	4,11	4,37	4,40	4,51	4,54	4,00	4,17
$\bar{I}$	6,66	6,17	6,37	5,20	6,23	5,94	4,97	4,49	5,06	5,80	5,83	5,54	6,11	6,34	6,00	6,11	5,51	5,51	5,94	5,94	6,00	6,26
GAP	**-1,49**	**-1,63**	**-1,37**	**-1,09**	**-2,20**	**-1,57**	**-0,83**	**-0,69**	**-0,89**	**-2,09**	**-1,71**	**-0,74**	**-1,66**	**-1,97**	**-1,97**	**-2,00**	**-1,14**	**-1,11**	**-1,43**	**-1,37**	**-2,00**	**-2,09**

Tabela 6 - Classificação das Prioridades de Acordo com a Percepção

Classificação de prioridades segundo afirmativas de percepção																						
PRIORIDADE CRÍTICA								**PRIORIDADE ALTA**			**PRIORIDADE MODERADA**					**PRIORIDADE BAIXA**						
I10	I8	I21	I5	I15	I4	I11	I16	I7	I9	I22	I6	I14	I17	I18	I13	I19	I2	I20	I12	I3	I1	
3,71	3,80	4,00	4,03	4,03	4,11	4,11	4,11	4,14	4,17	4,17	4,37	4,37	4,37	4,40	4,46	4,51	4,54	4,54	4,80	5,00	5,17	
1º Quartil= 4,11 2º Quartil= 4,27 3º Quartil= 4,50																						

Através das médias das percepções, consegue-se identificar o desempenho de cada item na avaliação do cliente, sendo aqueles que apresentam as menores médias são os mais críticos na prestação do serviço. Da mesma forma, em relação à importância, os itens que apresentam as maiores médias são aqueles considerados prioritários para o cliente ficar satisfeito com o serviço.

Entretanto, para uma análise mais eficiente, é necessário que se analise as discrepâncias (GAPs) entre as médias da percepção e importância do serviço prestado pela distribuidora. Como todos os valores dos GAPs são negativos, conclui-se que todos os itens avaliados estão aquém das expectativas do cliente, e precisam ser melhorados. Analogamente, itens com GAPs positivos significam que o serviço está além do esperado.

5.1 Análise dos quartis

Os itens em que os valores dos GAPs foram negativos são considerados críticos e precisam ser analisados de forma a se reduzir ou eliminar as falhas detectadas. Como todos os itens nessa análise estão nessa situação, é necessário definir quais são as prioridades, isto é, os itens com maior urgência para serem atenuados de forma a não prejudicar a satisfação do cliente em relação ao serviço prestado.

Sendo assim, para se elaborar a escala de prioridades dos itens avaliados na pesquisa, utilizou-se como ferramenta de auxílio o Quartil. Na estatística descritiva, um quartil é qualquer um dos três valores que divide o conjunto ordenado de dados em quatro partes iguais, e assim cada parte representa 1/4 da amostra ou população.

5.2 Identificação dos itens críticos

Com a divisão dos dados em quartis, os valores enquadrados no 1º quartil correspondem a 25% do total de itens, sendo caracterizados como itens de “prioridade crítica” na avaliação da

percepção e do GAP médio. Os itens pertencentes aos 2º, 3º e 4º quartil são classificados como "prioridade alta", "prioridade moderada" e "prioridade baixa", respectivamente. Quanto à avaliação da importância dos itens, essa classificação é invertida, sendo o 1º quartil considerado "prioridade baixa" e assim sucessivamente.

Pode-se observar na Tabelas 6 e 7 quais itens são os mais críticos de acordo com as percepções dos clientes, ou seja, aqueles que apresentaram os menores valores médios de percepção na avaliação do serviço prestado.

Tabela 7 - Detalhamento das Prioridades Segundo a Percepção

ITEM	MÉDIA	PRIORIDADE CRÍTICA
10	3,71	Clientes informados de modo proativo em relação ao andamento do pedido
8	3,80	Facilidade de acesso as instalações da Empresa
21	4,00	Flexibilidade quanto às condições e formas de pagamento
5	4,03	Pedidos entregues de acordo com o que é solicitado (quantidade e tipo)
15	4,03	Funcionários competentes com conhecimento para responder as perguntas dos clientes.
4	4,11	Clientes atualizados sobre informações de seus produtos e serviços.
11	4,11	Facilidade do cliente obter informações sobre o status do pedido ou dos estoques.
16	4,11	Comportamento dos funcionários transmite confiança aos clientes

Do mesmo modo, nas Tabelas 8 e 9 são observados os itens mais críticos dentre os considerados mais importantes pelos clientes durante a prestação de um serviço, que são aqueles que apresentaram os maiores valores médios de importância.

Tabela 8 - Classificação das Prioridades de Acordo com a Importância

Classificação de prioridades segundo afirmativas de importância																					
PRIORIDADE CRÍTICA						**PRIORIDADE ALTA**						**PRIORIDADE MODERADA**				**PRIORIDADE BAIXA**					
|8	|7	|9	|4	|17	|18	|12	|10	|11	|20	|6	|19	|15	|21	|13	|16	|2	|5	|22	|14	|3	|1
4,49	4,97	5,06	5,20	5,51	5,51	5,54	5,80	5,83	5,91	5,94	5,94	6,OO	6,00	6,11	6,11	6,17	6,23	6,26	6,34	6,37	6,66
1º Quartil= 5,52 2º Quartil= 5,94 3º Quartil= 6,16																					

Tabela 9 - Classificação das Prioridades de Acordo com os GAPs

Classificação de prioridades segundo os GAPs																					
PRIORIDADE CRÍTICA							**PRIORIDADE ALTA**				**PRIORIDADE MODERADA**					**PRIORIDADE BAIXA**					
|5	|10	|22	|16	|21	|14	|15	|11	|13	|12	|16	|1	|19	|20	|3	|17	|18	|4	|9	|7	|12	|18
2,20	2,09	2,09	2,00	2,00	1,97	1,97	1,71	1,66	1,63	1,57	1,49	1,43	1,37	1,37	1,14	1,11	1,09	0,89	0,83	0,74	0,69
1º Quartil= -1,97 2º Quartil= -1,53 3º Quartil= -1,12																					

Tabela 10 - Detalhamento das Prioridades Segundo a Importância

ITEM	MÉDIA	PRIORIDADE CRÍTICA
2	6,17	Cliente se sente seguro comprando com a distribuidora
5	6,23	Pedidos entregues de acordo com o que é solicitado (quantidade e tipo)
22	6,26	Mudanças nas datas de entrega (antecipação ou postergação) conforme as necessidades dos clientes
14	6,34	Política adequada e transparente para troca ou devolução de produtos
3	6,37	Produtos entregues em boas condições de consumo, sem danos e dentro do prazo de validade
1	6,66	Cumprimento dos prazos de entrega estabelecidos

Até agora, definiu-se de forma isolada as prioridades em relação às percepções do cliente e o grau de importância atribuído. Para uma análise mais precisa, devem-se definir as prioridades de acordo com os valores dos GAPs de cada item avaliado, pois assim consegue-se trabalhar com os itens que ao mesmo tempo são considerados mais importantes e apresentam um baixo desempenho.

Sendo assim, as Tabelas 10 e 11 indicam os itens que apresentam as maiores lacunas entre as características do serviço percebido e o grau de importância das mesmas, isto é, quais características de um serviço o cliente julga mais importante e em que nível está o desempenho da mesma.

Tabela 11 - Detalhamento das Prioridades Segundo os GAPs

ITEM	MÉDIA	PRIORIDADE CRÍTICA
5	-2,20	Pedidos entregues de acordo com o que é solicitado (quantidade e tipo)
10	-2,09	Clientes informados de modo proativo em relação ao andamento do pedido
22	-2,09	Mudanças nas datas de entrega (antecipação ou postergação) conforme as necessidades dos clientes
16	-2,00	Comportamento dos funcionários transmite confiança aos clientes
21	-2,00	Flexibilidade quanto às condições e formas de pagamento
14	-1,97	Política adequada e transparente para troca ou devolução de produtos
	15	Conhecimento dos funcionários para responder as perguntas dos clientes

Ainda de acordo com a Tabela 11, obtêm-se os itens da prestação do serviço da distribuidora que precisam ser melhorados com urgência, pois são justamente aqueles considerados mais importantes pelos clientes e que apresentam baixo desempenho. Estes itens são comentados, no quadro a seguir.

Item	Descrição do Resultado Encontrado
5	*Pedidos entregues de acordo com o que é solicitado: Na distribuidora, ocorrem com freqüência casos de pedidos em que produtos são trocados (variação do produto, do sabor ou fragrância, linha, gramatura, etc.) ou enviados em quantidades superiores ou inferiores a solicitada.*
10	*Clientes informados de modo proativo sobre o andamento do pedido: Identificou-se que na distribuidora não há um setor exclusivo para relacionamento com o cliente, seja para esclarecer dúvidas ou entrar*

	em contato com o cliente para informar a previsão de entrega.
14	*Política adequada e transparente para troca ou devolução de produtos: Constatou-se que a empresa não possui uma política transparente para a troca ou devolução de produtos, haja vista que, por mais que exista essa política, ela não é divulgada amplamente entre os clientes e nem compreendida por todos.*
15	*Conhecimento dos funcionários para responder as perguntas dos clientes: Com a análise dos dados coletados, observou-se que alguns funcionários da empresa não possuem conhecimento adequado do funcionamento da distribuidora como um todo ou até mesmo de seu setor.*
16	*Comportamento dos funcionários transmite confiança aos clientes: Na visão dos clientes, os funcionários não transmitem confiança durante as operações de serviços. Este é um fator que gera a desconfiança dos clientes e prejudica a relação entre empresa e usuário.*
21	*Flexibilidade quanto às condições e formas de pagamento:Segundo análise da pesquisa, esse item precisa ser melhorado para garantir uma maior satisfação dos clientes. Entretanto, a empresa já possui variedade nas formas de pagamento, pois além dobs pagamentos à vista, aceita cheque e boleto.*
22	Mudanças nas datas de entrega conforme as necessidades dos clientes: a empresa possui certa flexibilidade em relação as variações na data de entrega, apesar de não ser considerada suficiente na opinião dos clientes. Estas mudanças, porém, podem comprometer a entrega de outros clientes e resultar em insatisfações caso algum cliente deixe de ser atendido em virtude dessas variações.

Quadro 1 – Oportunidades de Melhoria no Serviço da Empresa.

Uma vez apontadas as oportunidades de melhoria no serviço prestado pela empresa, apresentam-se na seção seguinte as conclusões alcançadas durante a realização deste estudo.

6 Conclusões

Na adaptação do modelo SERVQUAL, foi analisada a diferença entre as percepções que o cliente tem do serviço e o grau de importância que ele atribui a cada característica avaliada no

modelo. Dessa forma, após a verificação da confiabilidade do instrumento e tabulação dos dados, foram identificados sete itens críticos, os quais são justamente aqueles que são considerados mais importantes pelos clientes e apresentam um baixo desempenho.

A partir da identificação de cada item classificado como crítico, os gestores de serviços estão munidos de informações preciosas para procederem as melhorias, de sorte a adequarem o serviço que prestam ao esperado pelos clientes.

Constata-se, com a realização do estudo, que esse modelo é uma ferramenta prática e eficiente para a detecção dos itens que precisam ser otimizados em uma organização prestadora de serviço, desde que sejam feitas adaptações de acordo com a especificidade do serviço. Observa-se também que, as empresas de serviço poderiam utilizar o modelo para periodicamente aferir o seu desempenho e com os resultados proceder às mudanças necessárias para agir de forma mais estratégica e proativa em relação a seu mercado.

Finalmente, destaca-se a importância estratégica desse estudo, uma vez que aborda ferramentas da Gestão da Qualidade (SERVQUAL e GAP´s) utilizadas como fonte de informações para a tomada de decisão em uma organização da cadeia Logística e que impactará na Gestão da Competitividade da mesma.

Referências

BATALHA, Mário Otávio et al. Introdução a Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

BERRY, Leonard L. E PARASURAMAN, A. Serviços de marketing: competindo através da qualidade. São Paulo, Maltese, 1996.

CENTRAL BRASILEIRA DO SETOR DE SERVIÇOS. Anuário Brasileiro do Setor de Serviços. Disponível em: <http://www.cebrasse.org.br/downloads/anuario_cebrasse.pdf> Acesso em: 20 abr. 2009.

COZENDEY, Manaara Iack. Um modelo experimental para avaliação da qualidade de serviços hospitalares. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2007.

FIGUEIREDO, K. F. et al. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas, 2003.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona. Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação. Tradução: Gustavo Severo de Borba. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FREITAS, André; ARICA, Gudelia. A auto-avaliação de IES: um modelo para a avaliação das disciplinas curriculares segundo a percepção do corpo discente. Revista iberoamericana de educacíon, 2008.

GRONROOS, C. Marketing, Gerenciamento e Serviços: a competição por serviços na Hora da Verdade. Tradução: Cristina Bazán. 5 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

HOFFMAN, K. D.; BATESON, J. E. G. Princípios de marketing em serviços: conceitos, estratégias e casos. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2003

KOTLER, Philip. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1998.

PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. “A conceptual model of service quality and its implications for future research”. Journal of Marketing, Chicago, 1985.

______. “SERVQUAL: a multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality”. Journal of Retailing, v. 64, 1988.

PAULA, Luis M. As estratégias atuais adotadas pelas empresas empreendedoras oriundas de incubadoras. Tese de Mestrado em Administração. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005

Autores

André Clementino de Oliveira Santos

Graduado em Tecnologia de Processamento de Dados pelo Centro de Ensino Superior do Pará (1993) e em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará (1995). Mestrado em Engenharia de Produção pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1998). Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais (UFPA). Possiu experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Projeto e Controle de Sistemas de Produção, e Engenharia Civil com ênfase em Tecnologia das Construções e Viabilidade Econômica de Empreendimentos. Docente da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e Universidade da Amazônia (UNAMA).

André Cristiano Silva Melo

Engenheiro Mecânico pela UFPA. Mestre e Doutor em Engenharia de Produção pelo COPPE/UFRJ. Professor da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e da Universidade da Amazônia (Unama). Pesquisador e coordenador nos grupos de Gestão de Sistemas Logísticos e de Sistemas Produtivos para o Desenvolvimento Regional (UEPA) e coordenador do Núcleo Integrado de Logística e Operações (NILO/UEPA). Foi Coordenador de Redes Tecnológicas na SEDECT/PA e Consultor da Fundação COPPETEC/UFRJ em projetos junto a Bunge Alimentos/ Divisão Santista e Furnas Centrais Elétricas S. A.. Foi Professor de Logística na UERJ, UFRJ e UGF/RJ, instrutor de logística no PIEBT/UFPA, Petrobrás e Schlumberger.

Clarissa Stefani Teixeira

Graduada em Educação Física pela Universidade Federal de Santa Maria (2004), especialista em Atividade Física, Desempenho Motor

e Saúde na linha de pesquisa Biomecânica da Atividade Física pela Universidade Federal de Santa Maria (2005). É mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria (2006-2008) e doutoranda em Engenharia de Produção – linha de pesquisa Ergonomia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Desenvolve estudos voltados para a saúde e qualidade de vida dos trabalhadores atuando principalmente na área de Ergonomia e Biomecânica.

Caio Gomes Bulhões

Engenheiro de Produção (UEPA), Pesquisador da Rede de Inbubadoras de Base Tecnológica da UEPA (RITU).

Diego Rafael Moraes Milhomem

Engenheiro de Produção (UEPA). Extensionista da Empresa Junior de Engenharia de Produção da UEPA.

Diktherman Viana da Silva

Engenheiro de Produção graduado pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Consultor da AS Consultoria Ltda, atuando nas áreas de Gestão da Produção e Qualidade

Edson Marcos Leal Soares Ramos

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Estatística pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Pesquisador nas áreas de Estatística, Engenharia de Produção e Economia, com ênfase em Métodos e Modelos Matemáticos, Econométricos e Estatísticos, atuando principalmente nos seguintes temas: estatística, séries temporais, modelagem, previsão, análise multivariada, experimentação agronômica, segurança pública, bioestatística e controle estatístico da qualidade. É Professor do Instituto de

Ciências Exatas e Naturais (ICEN), da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Edson Pacheco Paladini

Doutor em Engenharia de Produção (UFSC, 1992), mestre em Engenharia de Sistemas (UFPb - Campina Grande - 1979), especialização em Administração da Produção (UFPb, 1981) e graduação em Matemática (UFSC, 1975). Atua nas áreas de Engenharia, Gestão e Avaliação da Qualidade. É autor de 11 livros sobre temas inseridos em suas áreas de atuação e de artigos técnicos publicados em periódicos qualificados. Atualmente integra o Comitê de Avaliação dos Programas de Pós-graduação da CAPES na área das Engenharias III. Foi coordenador do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). É docente do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da UFSC.

Eugenio Andrés Díaz Merino

Possui graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestrado e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000). É pesquisador CNPq e vem desenvolvendo projetos e pesquisas em nível nacional e internacional. É professor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e atua no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e no Programa de Pos Graduação em Design, atuando nas áreas de Ergonomia e design.

Evander Dayan de Mattos Alencar

Discente de graduação em Eng. de Produção da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Pesquisador do Núcleo Integrado de Logística e Operações (NILO/UEPA) e extensionista da Empresa Júnior de Engenharia e Tecnologia da UEPA – Holística.

Fábio José Hipólito Ferreira

Mestre em Estatística formado pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Possui experiência na área de Probabilidade, Análise de Regressão e Controle Estatístico da Qualidade, com ênfase em Avaliação de Processos, Análise Multivariada e Segurança Pública. É Professor da rede pública de ensino do Estado do Pará

Raphael Araújo Barbosa

Graduado em Engenharia de Produção UEPA (2010). Pesquisador premiado pelo CNPQ pelo desenvolvimento do melhor trabalho de iniciação científica do ano de 2009. Possui experência na área de Gestão de Custos, PCP e Logística.

Renata Melo e Silva de Oliveira

Engenheira de Produção (UEPA, 2005). Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (UFSC, 2007), na área de Sistemas de Produção. Conselheira da Câmara Industrial do CREA-Pa. Co-fundadora e Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa Aplicada ao Desenvolvimento Regional (NUPAD) nas áreas de Gestão Econômica, Gestão do Conhecimento e Engenharia da Sustentabilidade. É docente da Unversidade do Estado do Pará (UEPA).

Renata Pinheiro de Azevedo

Engenheira de Produção pela UEPA (2006). Coordenadora da área de Planejamento e Controle de Manutenção da empresa Concessão Metroviária do Rio de Janeiro – Metrô Rio. Mestre em Engenharia de Transporte pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atua na área de Planejamento e Controle de Manutenção e como pesquisadora em Transporte Público de

Massa. Possui experiência em gestão de processos, programação e controle, indicadores de desempenho e gestão financeira.

Vanessa Mayara Souza Pamplona

Especialista em Bioestatística pela UFPA. Atua como pesquisadora nas áreas de Probabilidade e Estatística, com ênfase em Métodos e Modelos Matemáticos, Econométricos e Estatísticos, atuando principalmente nos seguintes temas: Estatística, Análise Multivariada, Segurança Pública, Bioestatística e Controle Estatístico da Qualidade.

Verônica de Menezes Nascimento Nagata

Engenheira Civil (UFPA). Mestre em Engenharia de Produção com ênfase na Gestão da Qualidade (UFSC). Auditora e Consultora de Sistemas de Gestão da Qualidade. Atua como pesquisadora nas áreas de Gestão da Qualidade, Empreendedorismo e Inovação.Consultora ad hoc do CNPq e Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Pará- FAPESPA. Membro do Comitê avaliador de trabalhos do Simpósio em Engenharia de Produção- SIMPEP.

Yvelyne Bianca Iunes Santos

Doutoranda em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Engenharia Civil com ênfase à Pesquisa Operacional pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Possui experiência na área de Engenharia de Produção, atuando principalmente nas áreas de otimização de processos produtivos, transportes e sustentabilidade. É Professora da Universidade do Estado do Pará (UEPA) e da Universidade da Amazônia (UNAMA).